

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DIFERENTES TÉCNICAS DE
INSTRUMENTAÇÃO REALIZADAS POR ESTUDANTES
PRÉ-GRADUADOS SEM EXPERIÊNCIA PRÉVIA**

Karla Baumotte de Carvalho Corte-Real

Orientador:

Professor Doutor António Ginjeira

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2021

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DIFERENTES TÉCNICAS DE
INSTRUMENTAÇÃO REALIZADAS POR ESTUDANTES
PRÉ-GRADUADOS SEM EXPERIÊNCIA PRÉVIA**

Karla Baumotte de Carvalho Corte-Real

Orientador:

Professor Doutor António Ginjeira

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2021

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor António Ginjeira,

Que sorte a minha por nossos caminhos terem se cruzado. Sinto-me honrada por ter tido a sua confiança desde o princípio. Trabalhar ao seu lado é um privilégio. Ser sua orientada teve um valor inestimável pois possibilitou-me compartilhar de todo seu conhecimento e enriquecer minha formação. Obrigada por contribuir de forma única para a realização deste projeto.

Ao Professor Doutor Mário Bernardo

Meu primeiro contato quando aqui cheguei, esteve sempre presente me orientando em todas as etapas deste processo. E, finalmente, tive a oportunidade de tê-lo diretamente como professor colaborando para uma formação mais preventiva. Obrigada pelo respeito que sempre demonstrou ter.

A todos os professores da disciplina de Endodontia da pré-graduação e da pós-graduação

Obrigado por me adicionarem de forma positiva e acolhedora a vossa equipa.

“Um talento vence jogos, mas só o trabalho em equipe ganha campeonatos”

Michael Jordan

Aos profissionais da secretaria, Sra. Conceição, Paula, Patricia e Waldemar

Pelo auxílio no decorrer de todo o curso. Sua solicitude e amabilidade tornaram esta caminhada mais suave.

A Sra. Manuela , responsável pelo pré-clínico e a todos os assistentes de Clínica, especialmente a Filipa da Clínica I e o André da Clínica II

Sempre preocupados e torcendo por mim. Ajudaram efetivamente durante a etapa final, possibilitando a entrega de trabalhos práticos.

A todos os alunos que caminharam comigo durante estes anos. Especialmente Marisa Antunes, Inês Luís, Nuno Santos, Catarina Caetano, Sara Matos, Sofia Morais.

Alunos que foram colegas ... contribuíram de uma forma direta me incentivando, apoiando e fortalecendo minha crença de que tudo haveria de terminar bem. Muito obrigado, vou, com certeza, sentir muita saudade.

“A vida é um caminho longo, onde você é mestre e aluno. Algumas vezes você ensina, mas todos os dias você aprende”. Autor desconhecido

A amiga Sandra Pires

Obrigado por não me deixar desistir. Seu apoio profissional e pessoal durante este processo permitiu que eu conseguisse chegar até aqui.

*“Curta a vida e os bons amigos;
a vida porque é curta e os amigos porque são poucos”.*

Autor desconhecido

A minha irmã Patricia, meu cunhado Leandro e meus afilhados Guilherme e Pedro

Que mesmo à distância torcem por mim. Um gigante mar nos separa, mas um amor maior ainda nos une.

Ao meu marido André Corte-Real

Muito obrigado pelo apoio, companheirismo e paciência. Contar contigo durante esta caminhada fez toda a diferença, sem ti não estaria aqui. És meu porto seguro. Amo-te e a nossa família.

"Quando te conheci, houve um lugar, um tempo e um sentimento. O tempo ficou marcado. O lugar será sempre lembrado. E o sentimento, jamais acabado."

(Tommaso Veronesi)

Aos meus filhos Ricardo e Katarina

Talvez o correto seria me desculpar por tantas ausências e falta de paciência. Agradeço-vos por serem tão compreensivos, amigos e incentivadores. Vocês são tudo o que mais importa, a razão da minha vida!

“Deus nos concede os filhos para por à prova nossa capacidade de amar o outro mais do que a nos mesmos.” Autor desconhecido

Aos meus pais Irly (*in memorian*) e Maria Lúcia

Sou o que sou devido a vos. Obrigado por sempre acreditarem que eu seria capaz. Sua fé em mim me ensinou a ter fé em mim mesma. Sinto-me amada todos os dias. Todos deveriam ter pais como vocês.

“Amo-vos até a Lua...”

Sam M^cBratney

“Não deixem que lhe façam pensar que você não é capaz de fazer algo ... Se você deseja alguma coisa, se quer realmente, lute por isso e ponto final.”

Filme: A procura da Felicidade

RESUMO

Introdução: Uma das etapas mais importantes em qualquer tratamento endodôntico reside na preparação do canal radicular. Para execução desta etapa emprega-se um grande número de instrumentos, cada qual com um propósito específico na obtenção da forma ideal do canal. O advento da liga de NiTi possibilitou a fabricação de instrumentos que pudessem ser submetidos a rotações no interior do canal radicular dando origem aos sistemas eletromecânicos. A nova tecnologia contribuiu para uma melhoria na qualidade das preparações, uma diminuição de erros de preparação, e menor tempo de trabalho. O objetivo deste estudo foi comparar a qualidade da preparação obtida por uma técnica manual e duas técnicas mecanizadas quando realizadas por alunos pré-graduados.

Materiais e métodos: Trinta e seis estudantes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos de 6 elementos cada. Uma ordem de trabalho foi atribuída a cada grupo, totalizando seis diferentes sequências de execução entre as três técnicas estudadas. Cento e oito blocos de resina foram preparados, sendo 36 pela técnica manual com instrumentos de aço inoxidável; 36 utilizando o sistema ProTaper Gold e 36 utilizando o sistema WaveOne Gold. Os blocos foram fotografados antes e após a preparação e os resultados foram obtidos por um processo de subtração das imagens no programa IMAGE PRO 10 (Media Cybernetics). No final o tempo de preparação de cada bloco foi registado e um questionário recolheu a percepção dos alunos sobre cada técnica.

Resultados: O uso do sistema ProTaper Gold resultou numa preparação com menor desvio apical e menor desgaste médio-cervical ($p < 0,001$). Ambas as técnicas mecanizadas foram em média cinco vezes mais rápidas. A sequência de treino não influenciou a qualidade das preparações, sendo mantida a tendência observada quando os sistemas foram avaliados isoladamente, com o melhor desempenho para o sistema ProTaper Gold. Uma preferência pelo uso dos sistemas mecanizados foi expressa por 90% dos estudantes. ($p < 0,01$)

Conclusão: A utilização de limas mecanizadas de NiTi por alunos pré-graduados sem experiência prévia demonstrou ser segura e promover preparações com melhores características que os instrumentos de aço inoxidável. De forma incipiente este estudo revela uma propensão ao ensino de técnicas exclusivamente mecanizadas.

Palavras-chave: endodontia, canais simulados, instrumentação, limas aço inoxidável, ProTaper Gold, WaveOne Gold, alunos pré-graduados, questionários.

ABSTRACT

Introduction: Root canal preparation is one of the most important steps in endodontic treatment. To perform quality shaping several instruments are used, with specific purpose to achieve the ideal shape. The introduction of NiTi alloy for endodontics allowed the development of rotary systems. Machine-driven NiTi files lead to better canal shaping results with a decrease in failure rate, and a shorter working time. This study aims to evaluate whether dental student achieved better shaping outcomes using manual, continuous rotation or reciprocation techniques to prepare simulated curved canals

Methods: Thirty-six students were divided in 6 groups regarding the sequence of techniques used in three different days of practice. One hundred and eight resin blocks were prepared: 36 using manual stainless-steel files, 36 using ProTaper Gold system and 36 using WaveOne Gold system. Preoperative and postoperative images were acquired. The results were withdrawn from composite image created by software Image-Pro 10 (Media Cybernetics). Finally, preparation times were recorded and a questionnaire was completed, seeking student's perception and preferences.

Results: The use of ProTaper Gold system resulted in less transportation and less enlargement at the medium-coronal portion ($p < 0.001$). Both automated techniques were five times faster than manual technique. The training sequence did not influence the preparations quality, maintaining the same tendency as when the systems were evaluated independently, with the best performance obtained with the ProTaper Gold system. A preference for the use of automated systems was expressed by 90% of students. ($p < 0.01$)

Conclusion: The use of automated NiTi files by undergraduate students without previous experience proved to be safe and results in preparations with better characteristics than stainless steel instruments. This forehand study reveals some benefits of teaching exclusively mechanized techniques.

Key-words: endodontics, simulated curved canals, stainless-steel files, ProTaper Gold, WaveOne Gold, undergraduate students, questionnaire.

ÍNDICE

| | |
|---|-------------|
| AGRADECIMENTOS | .iii |
| RESUMO | vi |
| ABSTRACT | vii |
| ÍNDICE..... | ix |
| ÍNDICE DE TABELAS..... | x |
| INDICE DE FIGURAS..... | xi |
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | xii |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 7 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 9 |
| 3.1. Seleção da amostra..... | 10 |
| 3.2. Sessões de Preparo..... | 11 |
| 3.2.1. Preparação Manual com limas de Aço Inox | 12 |
| 3.2.2. Preparação Mecanizada com Sistema ProTaper Gold | 12 |
| 3.2.3. Preparação Mecanizada com Sistema WaveOne Gold | 14 |
| 3.3. Obtenção das Imagens | 15 |
| 3.4. Questionários | 18 |
| 4. RESULTADOS | 19 |
| 5. DISCUSSÃO | 26 |
| 6. CONCLUSÕES | 33 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |
| 8. ANEXOS..... | 43 |

INDICE DE TABELAS

Tabela 1. Divisão dos Grupos de acordo com a sequência de aprendizagem.....10

Tabela 2. Definições do fabricante para cada lima do sistema ProTaper Gold14

Tabela 3. Comparação das variáveis dependentes referentes à alteração da conformação canalар por técnica de instrumentação (Teste de Friedman e comparações múltiplas, CM, com recurso ao teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo.....21

Tabela 4. Comparação do tempo decorrido por técnica de instrumentação (Teste de Friedman e comparações múltiplas, CM, com recurso ao teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo, m: minutos, s: segundos.....22

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Blocos de resina para treinamento endodôntico com canal em forma de S..... | 11 |
| Figura 2. Limas manuais de aço inoxidável..... | 12 |
| Figura 3. Brocas de Gates-Glidden..... | 12 |
| Figura 4. Motor elétrico e micro-motor com redução..... | 13 |
| Figura 5. Limas do sistema ProTaper Gold..... | 13 |
| Figura 6. Limas do sistema WaveOne Gold..... | 15 |
| Figura 7. Mesa de reprodução (Kaiser Fototechnik GmbH & Co.KG) | 16 |
| Figura 8. Grid Overlay..... | 17 |
| Figura 9. Pontos de medidas – 1, 2 e 3..... | 17 |
| Figura 10. Points Registration..... | 17 |
| Figura 11. Image Compare..... | 17 |
| Figura 12. Representação gráfica da distribuição de DA- desvio Apical por Técnica de instrumentação..... | 21 |
| Figura 13. Representação gráfica da distribuição de Qmin – quantidade mínima de resina removida por Técnica de instrumentação..... | 21 |
| Figura 14. Representação gráfica da distribuição de Qmax – quantidade máxima de resina removida por Técnica de instrumentação..... | 22 |
| Figura 15. Representação gráfica da distribuição de DMC- desgaste médio- cervical por Técnica de instrumentação..... | 22 |
| Figura 16. Representação gráfica da distribuição do tempo de instrumentação por técnica.... | 23 |

LISTA DE ABREVIATURAS

SCR- Sistema de Canais Radiculares

NiTi – Níquel-Titanio

NiTi CM - Níquel-Titanio Controlled Memory

PTG – ProTaper Gold

WOG – WaveOne Gold

rpm – Rotações por minuto

ESE – Sociedade Europeia de Endodontologia

FMDUL – Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa

SS – Stainless Steel

GG – Brocas de Gates Glidden

CT – Comprimento de Trabalho

DSLR – Digital Single Lens Reflex

DA – Desvio Apical

Qmin – Quantidade mínima de resina removida

Qmax – Quantidade máxima de resina removida

DMC – Desgaste Médio-cervical

Unidades:

nm – Nanometros

mm – Milímetros

min – Minutos

ss – Segundos

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O termo Endodontia, originário do grego: endo (interior) e odons (dente), é utilizado para designar uma especialidade da Medicina Dentária que se ocupa da biologia e patologia da polpa dentária e de suas relações com os tecidos periapicais.

Um dos passos mais importantes em qualquer tratamento endodôntico reside na preparação do canal radicular. A fase de preparação do canal radicular assume papel fundamental para a reparação tecidual, objetivo maior do tratamento endodôntico. Essa fase torna-se essencial por determinar a eficácia de todos os procedimentos subsequentes e inclui, o desbridamento químico e mecânico, condições favoráveis à inserção de medicação intracanal e adequação da forma do canal radicular visando a sua obturação.^(1, 2 3)

A terapia endodôntica bem sucedida baseia-se nos conceitos indissociáveis de limpeza, modelagem e obturação tridimensional, amplamente aceites na comunidade científica.^(2,4) A limpeza visa a remoção de todo o conteúdo do sistema de canais radiculares, enquanto a modelagem objetiva uma conformação específica da cavidade. Lograr êxito durante essas etapas requer um pensamento operacional em três dimensões com ênfase especial em cinco objetivos mecânicos: desenvolver uma forma contínua e uniformemente cônica; manter o canal com o menor diâmetro seccional no seu término; fazer a preparação em múltiplos planos; nunca transportar o foramen; manter o foramen tão pequeno quanto prático.⁽⁵⁾

A execução dos procedimentos mecânicos da preparação químico-cirúrgica exige o emprego de uma gama de instrumentos, cada qual respondendo a um propósito específico na obtenção da forma ideal do canal.⁽⁶⁾ Desta forma, definem-se como LIMAS os instrumentos endodônticos que alargam os canais mediante movimentos conjugados de inserção e de tração contra as paredes do canal.⁽⁷⁾

A escolha do instrumento a ser utilizado pode ser metaforicamente comparada à seleção desenvolvida por um escultor. Para a execução de uma preparação adequada, tendo-se em conta as variações anatómicas e dificuldades inerentes a cada caso, deve-se estar atento as propriedades, vantagens e limitações do instrumento. Assim, antes de utilizar um instrumento deve-se conhecer as suas características físicas, a sua cinemática e também dominar o seu desempenho. O uso bem sucedido de um instrumento depende das formas pelas quais o material, o desenho e a técnica se relacionam com as forças exercidas sobre o instrumento.^(7,8)

No início do século XX foram fabricadas, em larga escala, as primeiras limas, que ficaram conhecidas como Limas tipo K, pois foram fabricadas pela companhia “KERR Manufacturing” (Michigan, USA). Estes instrumentos são os mais antigos e úteis para o corte e remoção mecânica da dentina. São fabricados a partir de um núcleo quadrangular ou triangular de aço inoxidável, torcido sobre si mesmo, com uma conicidade de .02 e podem ser submetidos a uma cinemática de penetração, alargamento e limagem. Possuem alguns aspetos positivos como alta resistência à torção, possibilidade de serem pré-curvados e um baixo custo. Entretanto, os desenhos da sua ponta e dos ângulos de corte e sua pouca flexibilidade são limitações que podem originar erros durante a preparação.⁽⁹⁾

Inúmeras técnicas foram propostas para preparação do SCR utilizando-se instrumentos manuais.^(10,11,12,13,14) Em 1985, Roane *et al.* descreveram o conceito de Força Balanceada, inicialmente para uso com as Limas Flex-R (Union Broach, USA) as quais apresentavam um desenho próprio, secção triangular e ponta inovada sem corte e com inclinação apropriada para seguir como guia em toda a extensão do canal. Os autores basearam-se no uso de uma rotação sustentada, desta forma aplica-se um esforço de torção (torque) na haste da lima durante a dilatação do canal, enquanto mantém uma profundidade consistente a fim de criar controle sobre indesejáveis cortes associados a curvatura do canal. Posteriormente o conceito foi expandido para uso com as Limas K.⁽¹⁵⁾

A técnica da Força Balanceada utiliza, basicamente, um movimento rotacional recíproco. Após a inserção passiva do instrumento no canal, realiza-se uma rotação passiva no sentido horário de aproximadamente 90 graus, para avançar o instrumento, estabelecer uma carga inicial e penetrar na dentina. Segue-se uma rotação em direção anti-horária (120 graus)^(16,17), mantendo a força axial necessária para impedir que o instrumento venha a se direcionar para fora, e de forma a viabilizar o corte de raspas de dentina da parede do canal. Estes passos (rotação horária + rotação anti-horária) devem ser repetidos progressivamente com o intuito de alargar e dar forma ao canal até que a profundidade desejada seja atingida. Quando necessário, a lima deve ser removida, com movimento em sentido horário, para ser limpa e o canal irrigado.

De Deus, em 1992, afirmou que o uso racional do conceito de Força balanceada promove uma preparação arredondada na porção apical e causa menos desvios. Afirma ainda que o movimento de corte no sentido anti-horário previne uma preparação exagerada e o movimento no sentido horário remove detritos na presença de irrigação promovendo uma menor extrusão apical. Muitas explicações diferentes foram propostas para a evidente eficácia

da técnica de Força Balanceada ^(19,20,21) e de facto existe uma concordância de que esta técnica proporciona uma preparação centralizada quando comparada com outras técnicas de instrumentação manual. ^(22,23)

Os instrumentos sofreram grande evolução nas últimas décadas. Inicialmente eram fabricados em aço carbono, evoluindo para aço inox e posteriormente, em 1988, Walia *et al.* demonstraram as características promissoras de uma nova liga metálica, o nitinol ou liga de níquel-titânio (NiTi). Os instrumentos de NiTi apresentam um perfil característico resultante de um comportamento superflexível, de uma característica de memória de forma e um baixo módulo de elasticidade inerentes à liga da qual são confeccionados. Os benefícios e as vantagens da utilização dos instrumentos de NiTi para a preparação do SCR está amplamente consolidado como pode ser verificado pela vasta quantidade de literatura existente. ^(4,25,26,27) A eficácia de corte destes instrumentos, assim como as características conservadoras da preparação resultante, também foram descritas por alguns autores. ^(16,17,28,29,30)

O advento da liga de NiTi possibilitou a fabricação de instrumentos que pudessem ser submetidos a rotações no interior do canal radicular. Sucessivamente, surgiram sistemas eletromecânicos que acionam instrumentos rotatórios de NiTi. ⁽¹⁶⁾ Durante muitos anos a fabricação dos instrumentos de NiTi deu-se exclusivamente por meio de usinagem convencional. Inúmeras modificações foram propostas com o objetivo principal de melhorar as propriedades de corte e reduzir o risco de fratura dos instrumentos. Remodelação do formato da parte ativa, variações no ângulo helicoidal e ângulo de corte, aumentos na conicidade dentro do mesmo instrumento, mudanças na forma da secção transversal, alterações no desenho das superfícies de corte e na presença ou não de superfícies radiais, foram realizados e avaliados. Os resultados das pesquisas comprovaram que muitos destes fatores, independentes ou combinados, interferem nas características do instrumento e podem ter consequências sobre a qualidade da preparação.

Estratégias para melhorar a eficiência e a segurança das limas NiTi incluem melhorias no processo de fabricação ou o uso de novas ligas com melhores características mecânicas. ^(31,32) As propriedades mecânicas e o comportamento da liga de NiTi variam de acordo com a sua composição química e com o tratamento térmico/ mecânico ao qual são submetidas durante a fabricação. ^(33,34)

Na sequência de muitas pesquisas, em 2012, foi apresentado um novo processo de tratamento a ser aplicado sobre ligas de NiTi-CM (Controlled-Memory). Os instrumentos que

eram, anteriormente, aquecidos a uma temperatura fixa e arrefecidos após um intervalo de tempo pré-definido, passam agora por um processo de repetidos períodos de aquecimento para finalmente serem arrefecidos lentamente. Resultante do novo processo surge uma alteração na coloração dos instrumentos que corresponde a presença de uma camada de óxido de titânio que se forma na superfície dos mesmos. Na liga NiTi Blue Wire, a espessura da camada de óxido de titânio é 60-80 nm, enquanto na liga NiTi Gold, esta espessura é 100-140 nm.^(32,35) Ao que parece, esta camada confere aos instrumentos uma maior flexibilidade e uma maior resistência à fadiga.^(16,36,37,38)

Utilizando este inovador processo metalúrgico surgem dois sistemas constituídos pela liga NiTi Gold: ProTaper Gold (PTG) e WaveOne Gold (WOG). Apesar de serem fabricados a partir de uma mesma liga estes sistemas apresentam características geométricas e cinemática bem distintas.

As limas que constituem o sistema PTG apresentam um design singular com uma conicidade variável por toda a extensão do longo eixo do instrumento e uma secção transversal triangular convexa, com arestas cortantes agudas e sem superfície radial, o que reduz a área de contato entre a lima e a parede de dentina. O sistema é composto por 6 limas (SX,S1,S2,F1,F2 e F3), que devem ser acionadas por motor elétrico com controle de velocidade e binário e um contra-ângulo redutor (1:16). A cinemática instituída corresponde a uma rotação continua de 360°.

O sistema WOG é um sistema reciprocante de lima única. As limas WOG possuem uma secção transversal descentralizada cuja geometria se assemelha a um paralelogramo com duas arestas de corte.⁽³⁸⁾ A cinemática reciprocante representa uma inovação na preparação do SCR, e foi proposta, inicialmente, por YARED,G. em 2008. Neste estudo os canais foram preparados com uma lima única (ProTaper-F2) em movimento reciprocante, com diferentes ângulos de rotação no sentido horário e anti-horário e ligeira pressão apical. O autor concluiu que o uso sequencial de limas não seria necessário para se conseguir uma preparação cônica adequada, isto é, a preparação previa do terço cervical e médio necessária nos sistemas acionados em rotação continua podem ser substituídas por uma negociação inicial com limas de aço inoxidável de fino calibre (LK#08,LK#10). Segue-se, desta forma o desenvolvimento limas de NiTi especificamente desenhadas para serem usadas com movimentos reciprocantes parciais, como por exemplo as limas WOG, que apresentam ângulos de rotação de 150° no sentido anti-

horário e de 30° no sentido horário. São utilizadas com uma velocidade média de 350 rpm e as suas arestas de corte são desenhadas para um corte no sentido anti-horário.⁽⁴⁰⁾

As vantagens da utilização desses sistemas na instrumentação do SCR foi objetivo de vários estudos que demonstraram que o uso limas mecanizadas de NiTi permitem a obtenção de uma preparação mais centralizada, com uma menor incidência de transporte foraminal e um reduzido tempo de trabalho quando comparados com as técnicas convencionais de instrumentação manual.^(17,30,41) (Çelik, Peru, Gluskin)

A Sociedade Europeia de Endodontologia (ESE), em várias publicações, afirma que o currículo da disciplina de Endodontia da pré-graduação deve abranger um conteúdo teórico e prático. Segundo a ESE os estudantes devem receber um treino pré-clínico e clínico que os possibilite realizar um tratamento não complexo.⁽⁴¹⁾ Sabendo-se que os estudantes de hoje serão os clínicos do futuro, torna-se essencial desenvolver programas educacionais técnico-científicos para que fiquem aptos a realizar um tratamento endodôntico de boa qualidade. Neste contexto, o uso de novas técnicas e instrumentos, com eficácia comprovada devem ser incluídos nos currículos da pré-graduação, com vista ao aperfeiçoamento clínico dos estudantes de medicina dentária.^(43,44)

Apesar dos muitos benefícios comprovados pelo uso de instrumentos rotatórios de NiTi, técnicas manuais convencionais com limas de aço inoxidável, ainda constituem um método tradicional ensinado em muitas escolas, nos programas da pré-graduação.⁽³⁰⁾ A introdução de técnicas de preparação automatizada do SCR nas clínicas de pré-graduação encontrou alguma resistência devido ao risco de fratura dos instrumentos e ao custo inicial na aquisição de novos equipamentos.⁽⁴⁴⁾ No entanto, há uma crescente tendência para que as técnicas mecanizadas sejam ensinadas aos estudantes da pré-graduação uma vez que muitos estudos reportam excelentes resultados quando os instrumentos de NiTi são utilizados na preparação de canais por estes estudantes.^(9,17,30,45,46,47)

Pelo exposto, justifica-se o presente estudo que teve por objetivo comparar a qualidade da instrumentação por uma técnica manual, uma técnica de rotação contínua - PTG e uma técnica recíprocante - WOG, realizadas por estudantes pré-graduados sem experiência prévia, em blocos de resina.

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

O objetivo do presente estudo foi comparar diferentes técnicas de preparação do sistema canal, realizadas por estudantes matriculados no terceiro ano do Mestrado Integrado de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, os quais não tinham tido qualquer treino prático anterior.

Quantificar as alterações no desenho original de canais simulados

H_0 : Não existem diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas testadas quanto a conformação final do canal.

H_1 : Existem diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas testadas quanto a conformação final do canal.

Quantificar o tempo de preparação de canais simulados

H_0 : Não existem diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas testadas quanto ao tempo despendido para preparação dos blocos.

H_1 : Existem diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas testadas quanto ao tempo despendido para preparação dos blocos.

Compor um perfil quanto a perceção e preferência dos alunos sobre os sistemas testados

H_0 : Não existem diferenças estatisticamente significativas entre o conhecimento e a predileção das técnicas testadas

H_1 : Existem diferenças estatisticamente significativas entre o conhecimento e a predileção das técnicas testadas

MATERIAIS E MÉTODOS

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Seleção da amostra

Trinta e seis estudantes matriculados no terceiro ano do curso de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa foram selecionados para participarem deste estudo. Os estudantes selecionados não possuíam experiência prévia relativa a preparação e uso dos materiais e técnicas avaliados. Anteriormente à etapa laboratorial os estudantes receberam informações sobre o propósito da pesquisa e aulas teóricas que abrangeram os temas instrumentos e técnicas. Quanto aos instrumentos foram-lhes facultadas informações sobre a composição, as propriedades físicas e o desenho dos instrumentos de NiTi e Aço Inoxidável. Os conteúdos sobre as técnicas a serem utilizadas incluíram a descrição da técnica manual utilizada na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa (FMDUL) e as recomendações do fabricante para o uso dos sistemas de interesse desta pesquisa.

A aprovação do Comité de Ética não foi requerida uma vez que a participação no estudo era opcional para os estudantes e os resultados obtidos não afetaram a classificação dos mesmos na disciplina em curso.

Os estudantes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos de 6 elementos cada. Uma ordem de trabalho foi atribuída a cada grupo para que ao final fossem obtidas seis diferentes sequências de aprendizado e de forma a permitir que cada operador utilizasse uma vez, cada uma das técnicas, em dias distintos da etapa laboratorial. A experiência decorreu em três dias diferentes, de semanas consecutivas, com um intervalo de 7 dias entre cada um. (Tabela 1)

Tabela 1. Divisão dos Grupos de acordo com a sequência de aprendizado. SS – Stainless Steel

| | Grupo I | Grupo II | Grupo III | Grupo IV | Grupo V | Grupo VI |
|--------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Dia 1 | Manual SS | Manual SS | ProTaper Gold | ProTaper Gold | WaveOne Gold | WaveOne Gold |
| Dia 2 | ProTaper Gold | WaveOne Gold | Manual SS | WaveOne Gold | Manual SS | ProTaper Gold |
| Dia 3 | WaveOne Gold | ProTaper Gold | WaveOne Gold | Manual SS | ProTaper Gold | Manual SS |

3.2. Sessões de Preparação

Cada estudante recebeu por dia um kit específico, relativamente à técnica que iriam trabalhar. Cada Kit continha: as limas a serem utilizadas naquele dia (manuais de **SS** - Dentsply-Maillefer) ou WaveOne Gold – **WOG** (Dentsply-Maillefer) ou ProTaper Gold – **PTG** - (Dentsply-Maillefer), uma régua milimetrada (Dentsply-Maillefer), uma seringa de irrigação (Luer Lock) de 5mL, um recipiente com álcool, o bloco de resina a ser preparado naquele dia, (ISO 15, Endo-Training-Bloc-S .02 Taper; Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (Figura 1) e um roteiro com a sequência laboratorial a ser seguida. (Anexo).

Os blocos apresentavam comprimento total de 16,5 mm, conicidade 0,02 e diâmetro apical foraminal de 0,15 mm. O comprimento de trabalho estipulado para a preparação dos blocos foi de 16,0 mm, independente da técnica utilizada. Previamente ao início das preparações a permeabilidade dos canais foi confirmada com auxílio de uma lima tipo K#10 (Dentsply-Maillefer).

Os participantes possuíam cronómetros individuais para registro do tempo. O tempo de trabalho foi calculado a partir da introdução do primeiro instrumento até o fim da preparação do canal, incluindo a instrumentação propriamente dita, a limpeza das limas e a irrigação. A contagem do tempo foi interrompida durante a realização de fotografias intermediárias (Preparação manual - SS e Preparação com sistema PTG).



Figura 1: Blocos de resina para treino endodôntico com canal em forma de S

3.2.1. Preparação Manual com limas de Aço Inox

Nesta etapa foi utilizada a técnica preconizada pela Disciplina de Endodontia da FMDUL. Esta técnica consiste em uma abordagem coroa-ápex na qual se utilizam limas manuais de aço inoxidável (Figura 2) com uma cinemática baseada no princípio de Força Balanceada. A preparação é dividida em 3 fases. Na primeira etapa faz-se uma ampliação do terço cervical e médio, seguida do uso de brocas Gates-Glidden (Dentsply Maillefer) (Figura 3). Posteriormente obtém-se a dilatação do terço apical e finalmente estabelece-se uma conicidade em toda extensão do canal por meio de um recuo programado de 1,0 mm a cada lima de numeração crescente utilizada em sentido ápex-coroa.

A cada troca de limas foi realizada irrigação com álcool e foi confirmada a permeabilidade por meio de uma lima tipo K#10 (Dentsply Maillefer) introduzida no comprimento de 16,5 mm.

De forma a padronizar o diâmetro da porção apical e permitir uma comparação com as demais técnicas estudadas, a última lima utilizada na preparação apical correspondeu a uma lima tipo K #25.



Figura 2: Limas manuais de aço inoxidável



Figura 3: Brocas de Gates-Glidden

3.2.2. Preparação Mecanizada com Sistema ProTaper Gold

As preparações foram realizados seguindo as instruções do fabricante. As limas foram acionadas por um motor com controle de binário e velocidade e um micromotor com redução de 6:1. (Dentsply Maillefer) (Figura 4). O motor foi pré-programado com as definições específicas para cada lima conforme demonstrado na Tabela 2.

Inicialmente o canal foi irrigado com álcool e o stop de borracha foi posicionado no CT em todos os instrumentos. Todas as limas foram introduzidas passivamente no canal. A lima SX (019/.04) foi utilizada para preparar a porção reta do canal e atingiu somente 2/3 do CT. As demais limas foram utilizadas em ordem sequencial S1 (018), S2 (020), F1 (020) e F2 (025) até que atingissem a medida do CT, ou seja, ao se atingir o CT com a lima S1 passava-se para lima S2 e assim sucessivamente. (Figura 5)

A dinâmica aplicada durante a utilização das limas SX, S1 e S2 corresponde a um movimento de varredura e penetração com a ação de corte da dentina sendo realizada à saída do canal. Entretanto, a cinemática aplicada as limas F1 e F2 foi restrita somente a um movimento de penetração e saída, sem pressão junto as paredes do canal.

Após o uso de cada instrumento a permeabilidade do canal foi confirmada com auxílio de uma Lima Tipo K #10 (Dentsply Maillefer), introduzida no comprimento de 16,5 mm, juntamente com uma irrigação com álcool.

De forma a padronizar o diâmetro da porção apical e permitir uma comparação com as demais técnicas estudadas, a preparação apical foi finalizada com a lima F2.



Figura 4: Motor elétrico e micro-motor com redução

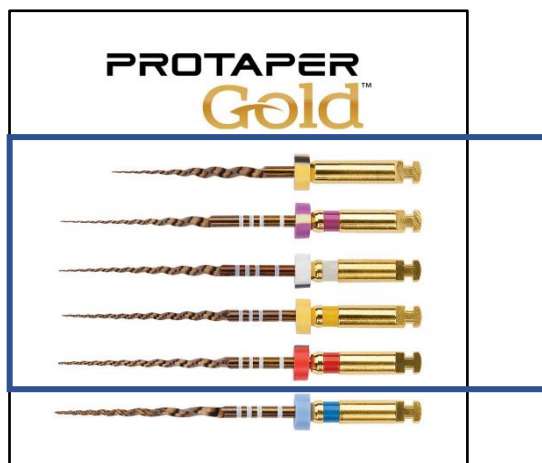


Figura 5: Limas do sistema ProTaper Gold

Tabela 2. Definições do fabricante para cada lima do sistema ProTaper Gold

| Limas | RPM | binário | Comprimento | Cinemática |
|-------|-----|---------|-------------|---------------------|
| SX | 300 | 5.1 | 2/3 CT | <i>Brush-Follow</i> |
| S1 | 300 | 5.1 | CT | <i>Brush-Follow</i> |
| S2 | 300 | 1.5 | CT | <i>Brush-Follow</i> |
| F1 | 300 | 1.5 | CT | <i>Follow</i> |
| F2 | 300 | 3.1 | CT | <i>Follow</i> |

3.2.3. Preparação Mecanizada com Sistema WaveOne Gold

As preparações foram realizadas seguindo as instruções do fabricante. As limas foram acionadas por um motor (Dentsply Maillefer) pré-programado no modo “WaveOne All” (Figura 4), o qual contempla a cinemática recíprocante para a qual estes instrumentos foram idealizados.

Primeiramente o canal foi irrigado com álcool e o *stop* de borracha foi posicionado no CT em todos os instrumentos.

No presente estudo as limas usadas para instrumentação dos blocos por esta técnica foram: SMALL WO Gold (020) e PRIMARY WO Gold (025). Durante a preparação, as limas, uma vez acionadas, foram utilizadas em movimento de bicada o qual corresponde a pequenos golpes de inserção e retirada, no longo eixo do instrumento / canal, com uma amplitude máxima de 3 mm. Ao final de 3 ciclos de bicadas a lima era retirada e sua parte ativa limpa, o canal era irrigado e sua permeabilidade verificada com auxílio de uma lima tipo K #10. Estes procedimentos foram repetidos até que as limas atingissem o CT determinado.

De forma a padronizar o diâmetro da porção apical e permitir uma comparação com as demais técnicas estudadas, somente foram utilizadas para preparação dos blocos por esta técnica, as limas SMALL WO Gold (020) e PRIMARY WO Gold (025) (Dentsply Maillefer) (Figura 6).



Figura 6: Limas do sistema WaveOne Gold

3.3. Obtenção das imagens

Um total de 108 blocos foram preparados no presente estudo. Os blocos foram fotografados em momentos distintos e foram obtidas imagens pré-operatórias, trans-operatórias e pós-operatórias. Nos grupos onde foi realizada instrumentação manual foram efetuadas 3 tomadas fotográficas: pré-operatória, trans-operatória - após instrumentação médio-coronal com broca Gates-Glidden (Dentsply Maillefer) e pós-operatória. Nos grupos cuja instrumentação foi realizada com sistema PTG (Dentsply Maillefer), também foram obtidas três imagens: pré-operatória, trans-operatória – após o instrumento S2 e pós-operatória. Nos grupos onde o sistema WOG (Dentsply Maillefer) foi utilizado somente duas tomadas fotográficas foram realizadas: pré-operatória e pós-operatória.

Na obtenção das imagens foi utilizada uma câmera DSLR (Digital Single-lens Reflex) (Olympus Digital Camera E500) com uma lente macro, com uma velocidade de obturador de 1,6 segundos e um 22 F-stop. Para que a aquisição das imagens fosse realizada de forma padronizada utilizou-se uma mesa de reprodução com distancia focal fixa, cuja base milimetrada permitiu que os blocos fossem fotografados sempre na mesma posição (Kaiser Fototechnik GmbH & Co.KG) (Figure 7)

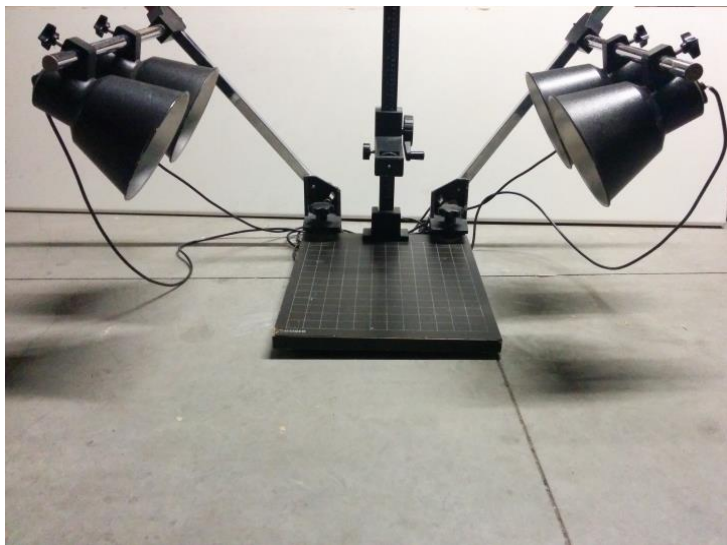


Figura 7: Mesa de reprodução (Kaiser Fototechnik GmbH & Co.KG)

Posteriormente procedeu-se a análise das imagens, e para tal utilizou-se o programa IMAGE PRO 10 (Media Cybernetics, Rockville, Silver Springs, MD). Inicialmente o programa foi calibrado para converter as medidas obtidas em pixel para milímetros (mm).

A seguir configurou-se o programa para realizar as medidas que deveriam ser extraídas das imagens obtidas. A uma imagem inicial aplicou-se a ferramenta GRID OVERLAY (Figura 8), que corresponde a uma sobreposição de grade e demarcou-se os locais a serem executadas as medições. Foram designados 3 pontos a serem avaliados para verificação da quantidade de resina removida. O primeiro ponto foi alinhado a 1,0 mm aquém do CT (DA - desvio apical). O segundo ponto alinhado correspondeu a segunda curvatura. Neste ponto duas medições foram feitas, a medida do desgaste mínimo (Q_{min} – quantidade mínima de resina removida) e a medida do desgaste máximo (Q_{max} – quantidade máxima de resina removida). O terceiro ponto foi alinhado acima da primeira (DMC – desgaste médio – cervical). (Figura 9)

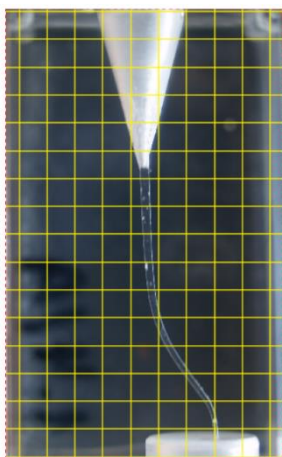


Figura 8: Grid Overlay

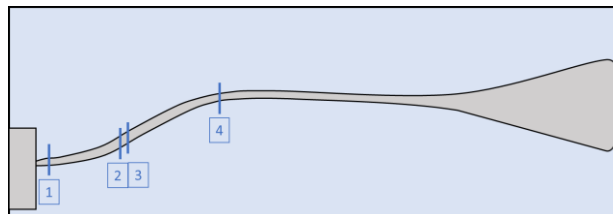


Figura 9: Pontos de medidas – 1, 2 – 3 e 4

As imagens eram, então, abertas e seleccionava-se a ferramenta IMAGE COMPARE. Para certificar que as mesmas eram justapostas no local correto usou-se a ferramenta POINTS REGISTRATION (Figura 10), na qual se obtém o registo de 4 pontos em cada imagem que se deseja sobrepor. Quatro pontos origem (imagem 1) ficam marcados em quatro diferentes locais a verde e 4 pontos destinos (imagem 2) ficam marcados em quatro diferentes locais a vermelho. Posteriormente aplica-se a ferramenta IMAGE COMPARE que constrói uma nova imagem na qual são realizadas as medidas pré-configuradas (Figura 11).

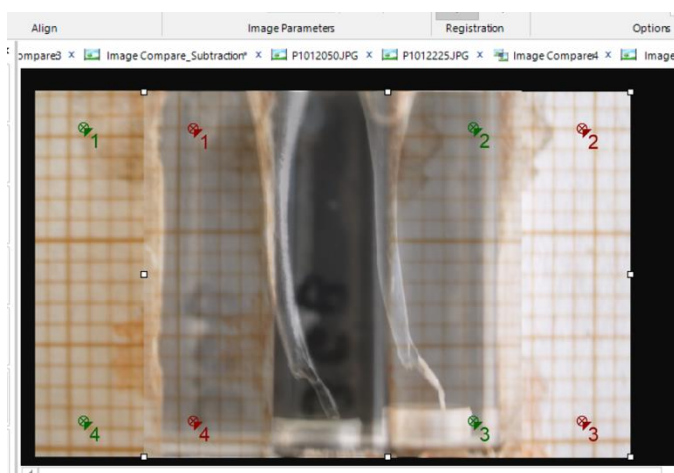


Figura 10: Points Registration



Figura 11: Image Compare

3.4. Questionários

Uma vez finalizados os procedimentos técnicos os alunos responderam, diariamente, um questionário, independente da técnica que haviam utilizado naquele dia. Assim, cada aluno respondeu a três questionários idênticos em três dias diferentes.

Os questionários foram preenchidos de forma autónoma e anónima, eram identificados apenas o dia em que o questionário havia sido respondido e o grupo a que pertencia o aluno. Desta forma seria possível avaliar a diferença ou não nas respostas consoante a técnica utilizada naquele dia.

Os formulários consistiam de 5 questões de escolha múltipla que abordaram a perceção dos estudantes quanto a facilidade/dificuldade das diferentes fases da preparação, quanto ao número de limas utilizadas e quanto a satisfação com a técnica. (Anexo)

Resultados

4. Resultados

As estatísticas descritivas e comparações entre técnicas referentes à alteração da conformação canalar encontram-se descritas na Tabela 3 e representadas nas Figuras 12 – 15. Detetaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas para todas as variáveis identificadas nesta tabela.

Relativamente ao desvio apical (DA), a técnica ProTaper Gold distinguiu-se por apresentar um valor médio significativamente mais reduzido ($0,073 \pm 0,003$) que a técnica Manual ($0,085 \pm 0,005$; $p < 0,001$) e que a WaveOne Gold ($0,081 \pm 0,003$; $p < 0,001$). (Figura 12)

Observando os dados obtidos para quantidade mínima de resina removida (QMin) nota-se uma maior distinção da técnica Manual face às técnicas mecanizadas. Para além de apresentar um valor médio significativamente mais reduzido ($0,259$ vs $0,3$ para ProTaper Gold e vs $0,299$ para WaveOne Gold; $p < 0,001$), é possível observar uma maior dispersão dos valores obtidos com a instrumentação Manual (Figura 13).

A variável quantidade máxima de resina removida (QMax) canal demonstrou um comportamento semelhante ao descrito para QMin entre técnicas. A técnica Manual apresentou um valor médio significativamente mais reduzido ($0,521$ vs $0,574$ para ProTaper Gold e vs $0,572$ para WaveOne Gold; $p < 0,001$) e foi possível observar uma maior dispersão dos valores na respetiva representação gráfica (Figura 14).

Relativamente ao desgaste médio-cervical (DMC), embora a representação gráfica (Figura 15) indique um comportamento semelhante ao que foi descrito para QMax e QMin, as comparações múltiplas indicam diferenças estatisticamente significativas apenas entre Protaper Gold e a técnica Manual ($p < 0,05$); e entre ProTaper Gold e WaveOne Gold ($p < 0,001$).

Tabela 3. Comparação das variáveis dependentes referentes à alteração da conformação canalar por técnica de instrumentação (Teste de Friedman e comparações múltiplas, CM, com recurso ao teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo.

| | Técnica | | | | | | | |
|-----------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------|----------------------------------|
| | Manual | | Protaper Gold | | Wave One Gold | | | |
| | \bar{x} (s) | [min, max] | \bar{x} (s) | [min, max] | \bar{x} (s) | [min, max] | | |
| DA (mm) | 0,085 (0,005) | [0,005; 0,076] | 0,073 (0,003) | [0,067; 0,078] | 0,081 (0,003) | [0,074; 0,088] | <0,00 1 | M-PG *** PG- WOG* ** |
| QMin (mm) | 0,259 (0,032) | [0,032; 0,196] | 0,3 (0,005) | [0,287; 0,308] | 0,299 (0,004) | [0,293; 0,305] | <0,00 1 | M-PG *** M- WOG* ** |
| QMax (mm) | 0,521 (0,047) | [0,047; 0,401] | 0,574 (0,003) | [0,568; 0,581] | 0,572 (0,004) | [0,565; 0,579] | <0,00 1 | M-PG *** M- WOG* ** |
| DMC (mm) | 0,449 (0,058) | [0,058; 0,377] | 0,492 (0,002) | [0,488; 0,498] | 0,485 (0,003) | [0,479; 0,491] | <0,00 1 | M-PG * PG- WOG* ** |

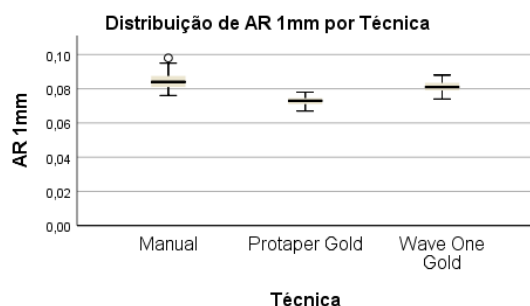


Figura 12. Representação gráfica da distribuição de DA por Técnica de instrumentação.

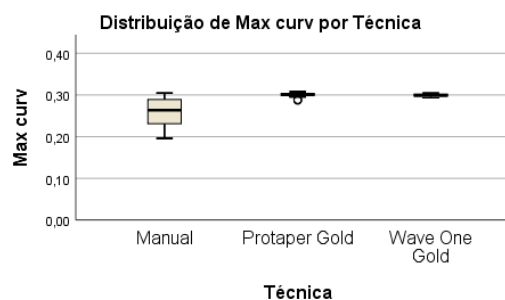


Figura 13. Representação gráfica da distribuição de QMin por Técnica de instrumentação.

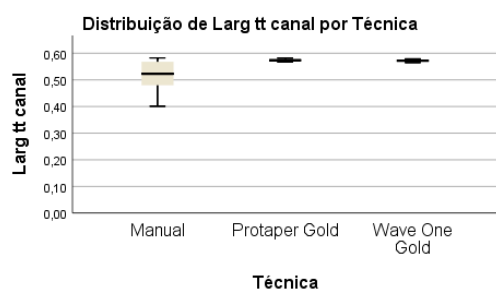


Figura 14. Representação gráfica da distribuição de QMax por Técnica de instrumentação.

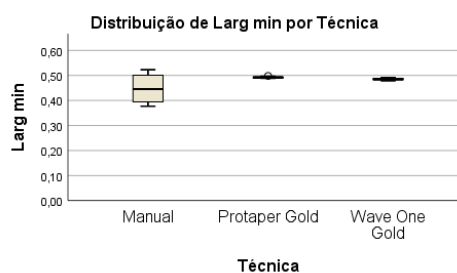


Figura 15. Representação gráfica da distribuição de DMC por Técnica de instrumentação.

No que diz respeito ao tempo de instrumentação, as estatísticas descritivas encontram-se descritas na Tabela 4 e a sua distribuição encontra-se graficamente representada na Figura 16. Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no tempo de instrumentação entre as técnicas ($p < 0,005$). A instrumentação com a técnica Manual despendeu em média 33 minutos e 15 segundos ($\pm 08:43$), um valor significativamente mais elevado do que o despendido com ProTaper Gold ($06:27 \pm 02:11$; $p < 0,001$) ou com WaveOne Gold ($06:34 \pm 02:21$; $p < 0,001$). Nota-se ainda que a instrumentação manual exibe uma maior variabilidade no tempo despendido face às técnicas mecanizadas. (Figura 16)

Tabela 4. Comparação do tempo decorrido por técnica de instrumentação (Teste de Friedman e comparações múltiplas, CM, com recurso ao teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo, m: minutos, s: segundos

| | Técnica | | | | | | | |
|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|------------------|-----------------------------|
| | Manual | | Protaper Gold | | Wave One Gold | | | |
| | \bar{x} (s) | [min, max] | \bar{x} (s) | [min, max] | \bar{x} (s) | [min, max] | | |
| Tempo (mm:ss) | 33:15 (08:43) | [19:37; 55:43] | 06:27 (02:11) | [02:39; 14:36] | 06:34 (02:21) | [03:22; 13:00] | <0,001 | M-PG *** M- WOG*** |

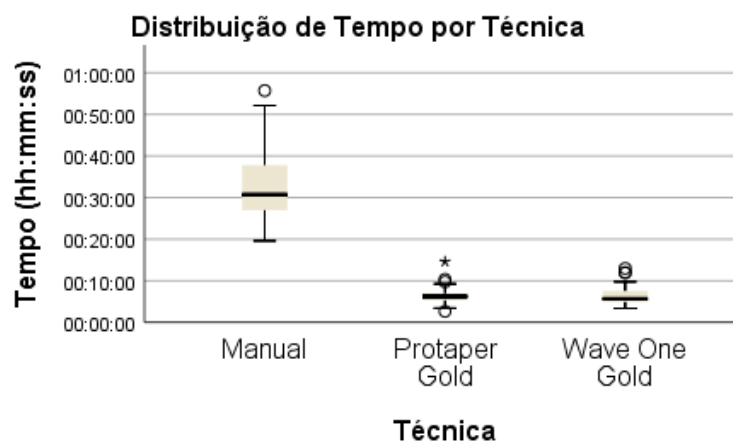


Figura 16. Representação gráfica da distribuição do tempo de instrumentação por técnica.

Notou-se uma clara distinção na opinião dos operadores entre as três técnicas, para todas as variáveis obtidas por meio de questionário. (Anexo 1)

Relativamente ao terço mais difícil, o terço apical demonstrou maior frequência e distribuição idêntica entre técnicas (69,4% para Manual, 63,9% para ProTaper Gold e 63,9% para WaveOne Gold). Relativamente as diferentes fases do preparo, a fase de *shaping* foi a mais escolhida para a instrumentação Manual (63,9%) e com WaveOne Gold (41,5%). Por outro lado, na instrumentação com ProTaper Gold a fase de *finishing* foi a resposta mais frequente (47,2%).

Quanto à adequação da quantidade de limas, notou-se uma maior distinção nas respostas entre a técnica Manual e as técnicas mecanizadas. Quase metade dos operadores considerou que a técnica Manual envolvia “muitas” limas (47,2%), contrastando com apenas 2,8% das respostas referentes à utilização de ProTaper Gold ou WaveOne Gold. A maioria dos operadores considerou que o número de limas para as técnicas mecanizadas era suficiente (97,2% para ProTaper Gold e 83,3% para WaveOne Gold). Nota-se que 13,9% consideraram insuficiente o número de limas no sistema WaveOne Gold, contrastando com o sistema ProTaper Gold onde não houve qualquer resposta nesse sentido.

Relativamente ao índice de satisfação com técnica, é possível visualizar a distinção na distribuição das respostas entre as três técnicas. A instrumentação com ProTaper Gold foi a que registou maior frequência de respostas na categoria 5 (83,3%), seguida da WaveOne Gold (58,3%) e, por último da Manual (2,8%). Não se detetaram diferenças significativas na comparação emparelhada entre ProTaper Gold e WaveOne Gold ($p>0,05$).

Verificou-se que mais de 90% dos operadores recomendam a utilização das técnicas mecanizadas (100% para Protaper Gold e 91,7% para Wave One Gold), enquanto apenas 61,1% dos operadores recomendam a técnica Manual. Assim, foram detetadas diferenças estatisticamente significativas entre a técnica Manual e as técnicas mecanizadas ($p < 0,01$ para Manual vs Protaper; $p < 0,001$ para Manual vs Wave one Gold). Não se detetaram diferenças significativas entre as duas técnicas mecanizadas ($p < 0,05$). (Anexo 3)

Por fim, a Satisfação Técnica foi também analisada em função do Grupo/sequencia de aprendizado (Anexo 9 e 10). Verificou-se igualmente a tendência descrita anteriormente de maior satisfação geral com a técnica Protaper Gold, seguindo-se a Wave One Gold e, por último a técnica Manual. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na Satisfação entre grupos para a técnica Manual ($p = 0,149$).

Relativamente à análise da alteração da conformação canalар Grupo/sequencia de aprendizagem, os resultados encontram-se descritos nos Anexos 11-17.

Para DA (Anexo 11 e 12) a comparação entre grupos apenas revelou diferenças estatisticamente significativas na instrumentação Manual ($p = 0,008$). As comparações múltiplas indicaram diferenças significativas entre os grupos III (PT-M-WOG) e VI (WOG-PT-M); assim como entre III e II (M-WOG-PT), com resultados significativamente superiores demonstrados pelo grupo III ($p < 0,05$). Nota-se ainda que os valores obtidos com a técnica ProTaper Gold foram em geral inferiores aos obtidos com WaveOne Gold, chegando a atingir diferenças estatisticamente significativas em alguns dos grupos (II, IV e VI). As comparações entre técnicas para cada grupo podem ser consultadas em detalhe no Anexo 11.

Também para Qmin (Anexo 13 e 14), a comparação entre grupos apenas revelou diferenças estatisticamente significativas na instrumentação Manual ($p < 0,001$). Observando a representação gráfica notam-se dois agrupamentos distintos nos resultados, com os grupos I, III e V a demonstrarem maior alteração de Qmin do que os grupos II, IV e VI. As comparações múltiplas evidenciaram diferenças estatisticamente significativas apenas entre os grupos IV e III; IV e V; II e III; II e V ($p < 0,05$). As comparações entre técnicas para cada grupo podem ser consultadas em detalhe no Anexo 11 e 13.

Os resultados para Qmax (Anexo 15 e 16) demonstraram ser semelhantes aos registados para Qmin. A comparação entre grupos apenas revelou diferenças estatisticamente significativas na instrumentação Manual ($p < 0,001$). Na instrumentação manual e atendendo à representação gráfica, os grupos I, III e V demonstraram maior alteração de Qmax do que os

grupos II, IV e VI. As comparações múltiplas evidenciaram diferenças estatisticamente significativas apenas entre os grupos II e I; II e III; II e V; III e IV; III e VI ($p < 0,05$). As comparações entre técnicas para cada grupo podem ser consultadas em detalhe no Anexo 11 e 15.

Analogamente, também os resultados para DC (Anexo 17 e 18) seguiram a mesma tendência que as variáveis Q_{max} e Q_{min} . A comparação entre grupos apenas revelou diferenças estatisticamente significativas na instrumentação Manual ($p < 0,001$). Considerando a técnica Manual e atendendo à representação gráfica, os grupos I, III e V demonstraram maior alteração de DC do que os grupos II, IV e VI. As comparações múltiplas evidenciaram diferenças estatisticamente significativas apenas entre os grupos IV e I; IV e V; IV e II; VI e V; VI e III ($p < 0,05$). As comparações entre técnicas para cada grupo podem ser consultadas em detalhe no Anexo 11 e 17.

DISCUSSÃO

5. DISCUSSÃO

O campo de atuação da Endodontia ocupa-se da parte interna da anatomia dentária. A cavidade endodôntica caracteriza-se por ser um compartimento que alberga o tecido pulpar. A polpa é composta por tecido conjuntivo laxo, vasos e nervos e confere vitalidade ao órgão dentário. Possui uma particularidade de ser um espaço que, em condições diagnosticadas de inflamações irreversíveis ou necrose tecidual, pode ser esvaziado, limpo e preenchido mediante o tratamento endodôntico.

O propósito do tratamento endodôntico baseia-se na remoção de todo o tecido pulpar, bactérias e seus subprodutos visando obter condições para um preenchimento adequado do sistema de canais radiculares.⁽⁹⁾ A terapia pode ser dividida tecnicamente em três fases distintas: abertura coronária, instrumentação e obturação. A abertura coronária consiste em obter acesso à cavidade pulpar por meio da remoção de esmalte e dentina que compõem o teto da câmara pulpar. A instrumentação corresponde à fase de limpeza, desinfecção e modelagem que preparam a cavidade para a etapa subsequente. A obturação objetiva um preenchimento tridimensional da cavidade com materiais cujas características físicas, químicas e biológicas promovam o restabelecimento da saúde dos tecidos periapicais.

Todas as etapas são interdependentes e o sucesso do tratamento endodôntico depende da correta execução de cada uma. Entretanto, a preparação mecânica e biológica destaca-se como um dos momentos mais importantes do tratamento endodôntico.⁽³⁰⁾ Facto este que pode ser comprovado pelos inúmeros trabalhos que exploraram os instrumentos e suas propriedades^(16,24,28,37,40); as diversas técnicas de instrumentação^(10,11,14,15); os variados tipos de movimentos^(39,40); o desenho da forma final da preparação^(1,26,27,36,46,48,49,50) e a qualidade da desinfecção promovida.^(51,52,53,54)

O currículo do ensino pré-graduado contempla, inicialmente, um treino pré-clínico laboratorial que visa fornecer bases para um atendimento seguro e eficaz. Durante este período de treino o estudante deve adquirir capacidades psicomotoras finas e aplicar um conhecimento teórico previamente adquirido.⁽⁵⁵⁾ A sociedade Europeia de Endodontologia (ESE), através do seu comité educacional, incentiva o uso de novos recursos e instrumentos com comprovado desempenho clínico, durante os períodos de formação.⁽⁵⁶⁾ Muito se tem discutido acerca do ensino das novas tecnologias e aprimorar frequentemente o currículo torna-se fundamental para obtenção de preparos mais qualificados^(42,57,58) que resultem em maiores índices de sucesso.

A percepção dos estudantes da pré-graduação e suas vivências devem ser consideradas quando se pretende discutir sobre o processo de ensino-aprendizagem. A opinião dos estudantes torna-se extremamente útil quando se tenciona realizar uma reestruturação curricular para introdução de novas metodologias de ensino ou procedimentos clínicos, contribuindo para uma melhoria no âmbito do conhecimento.⁽⁵⁹⁾ Muitos estudantes consideram a disciplina de Endodontia como complexa, difícil e desafiante, devido a grande diversidade anatômica presentes nos canais radiculares. Reportam ainda uma marcada insegurança para a realização de procedimentos complicados, nomeadamente tratamento endodôntico de molares.⁽⁶⁰⁾

Inúmeras técnicas foram propostas para facilitar a preparação dos canais radiculares, no entanto, até aos dias atuais, este procedimento continua a ser considerado fatigante para o paciente e o profissional / estudante.⁽⁴⁴⁾ O advento da liga de NiTi e a subsequente mecanização da preparação representou um marco importante para a ciência da Endodontia ^(16,24) e fundamentou diversos estudos posteriores os quais confirmaram os benefícios e as vantagens do uso dos sistemas de instrumentação mecanizada.^(4,25,26)

Devido as suas características de super flexibilidade e baixo módulo de elasticidade os instrumentos de NiTi conseguem progredir de forma substancialmente mais fácil através das curvaturas presentes em grande número dos canais radiculares, quando comparadas com as limas de aço inoxidável. Adicionalmente apresentam ainda uma elevada eficiência de corte. Estas particularidades conduzem a uma preparação cuja forma final é mais previsível, mais fácil e mais rápida. ^(9,16,59) Todavia, a incorporação desta nova tecnologia no contexto do ensino de pré-graduação não foi imediata uma vez que os estudos apontaram altas taxas de fratura destes instrumentos acrescido ao facto do elevado custo dos mesmos.^(44,59,61,62)

O presente estudo teve por objetivo comparar três diferentes técnicas de preparação do sistema de canais radiculares, realizadas por estudantes matriculados no terceiro ano do Mestrado Integrado da FMDUL, os quais não apresentavam qualquer treino prático anterior. Variadas pesquisas avaliaram o desempenho dos estudantes pré-graduados com diversos níveis de formação na utilização de instrumentos de NiTi,^(9,46,30,47,63,64) Contudo, não foram encontradas na literatura referências que respondessem a algumas questões, a saber: a sequência de treino proporciona uma melhor curva de aprendizagem que interfere na qualidade das preparações? Haveria necessidade de se ensinar, obrigatoriamente, a técnica manual com instrumentos de aço inoxidável previamente às técnicas mecanizadas? Desta forma foram propostas seis sequências de treino (Tabela 1) a serem executadas por estudantes sem treino

prévio, uma vez que o nível de experiência pode interferir de forma positiva na qualidade das preparações. ⁽⁶⁵⁾

As preparações foram realizadas em blocos de resina para treino Endodôntico com canal em forma de S. A seleção de blocos de resina é fundamentada na bibliografia que aborda o tema de preparação dos canais radiculares. (Aleman, Celic, Neto, Conceição, Saleh, Schafer, Troiano). Os canais simulados apresentam um grau de dificuldade técnica exigido para treinamento segundo as normas da ESE ⁽⁵⁶⁾. O desenho em S mimetiza a anatomia intraradicular a qual se configura como uma das principais causas de bloqueios e fratura dos instrumentos. ⁽⁶⁶⁾ Comprovadamente estas amostras apresentam diferenças qualitativas em relação aos dentes naturais, contudo, ainda representam uma ferramenta válida para estudos “*in vitro*”, pois permitem realizar de uma forma mais padronizada as comparações entre formas de preparação. ⁽⁶⁷⁾

A preparação biomecânica dos canais radiculares constitui uma etapa importante do tratamento e tem por objetivo a remoção de remanescentes de tecido pulpar, microorganismos e dentina contaminada e, simultaneamente, conforma os limites do sistema de canais radiculares. ⁽⁷⁾ Para execução destes procedimentos recorre-se à ação mecânica dos instrumentos endodônticos, limas, e ação química das soluções irrigadoras, os quais numa atuação simultânea, promovem condições ideais para um posterior selamento. ⁽⁶⁾ Questões consideradas mais desafiantes e controversas no que tange à preparação endodôntica, como ampliar o canal principal sem erros de procedimentos e estabelecer e manter um adequado comprimento endodôntico durante os procedimentos de preparação, tornaram-se mais viáveis com o surgimento da liga de NiTi. ⁽⁷⁾

Os instrumentos selecionados para esta pesquisa apresentavam características extremamente distintas. Os instrumentos tipo K, de aço inoxidável, apresentam secção transversal quadrangular, conicidade .02, são utilizados em movimentos de rotação alternada e são acionados manualmente. ⁽⁷⁾ A utilização destes instrumentos foi consolidada para prática clínica e o seu uso foi sustentado em função do seu baixo custo e de um risco diminuto de fratura. No entanto, subseqüentes pesquisas comprovaram a superioridade dos instrumentos de NiTi. ^(4,27,65)

Os sistemas PTG e WOG compreendem sistemas mecanizados para instrumentação de canais radiculares, contudo, possuem cinemáticas dispares, respectivamente, rotação contínua e reciprocante. Ambas são fabricadas a partir de uma liga de NiTi Gold que lhes confere

melhores características de flexibilidade e resistência a fadiga. (Neto) O sistema PTG possui uma renomada habilidade de manter a forma original do canal com um transporte mínimo do forame apical ^(29,36,68), todavia, foi associado a uma maior extrusão de detritos ⁽⁶⁹⁾ e uma reduzida ação de corte ⁽³³⁾. No que se refere ao sistema WOG alguns estudos demonstraram que o sistema conserva o desenho preliminar do canal. ^(70,71) Entretanto Morales *et al.*, afirmou que o sistema promove um maior desgaste da superfície dentinária. Segundo Conceição *et al.* os dois sistemas apresentam uma pequena curva de aprendizagem, o que permite a um operador inexperiente, preparar canais simulados num período de tempo altamente previsível.

Um questionário que relatou a percepção dos estudantes após a utilização de cada técnica de instrumentação, integrou a fase final deste ensaio. Haung *et al.* aplicaram um questionário eletrônico, a dentistas recém formados, em busca de respostas sobre a segurança na realização de tratamentos endodônticos e concluíram que deve ser feito um esforço para promover a auto-confiança durante o período de pré-graduação, sendo o treino laboratorial considerado fator decisivo para uma aprendizagem vitalícia. A opinião dos estudantes fornece informações valiosas para o aperfeiçoamento do curso e melhoria das relações professor-aluno. ⁽⁵⁹⁾

Uma vez finalizada a etapa técnica procedeu-se à análise estatística dos dados obtidos, a qual identificou diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas para todas as variáveis pesquisadas: desvio apical, quantidade máxima de resina removida, quantidade mínima de resina removida, desgaste do terço médio - cervical.

Relativamente ao desvio apical o sistema PTG apresentou um desempenho superior quando comparado as técnicas manuais e WOG, com diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,001$). Este resultado concorda com os estudos que afirmam que o sistema PTG promove uma menor alteração da posição original do foramen apical. ^(36,68)

Os resultados obtidos para as variáveis de remoção máxima e mínima de resina apresentaram comportamentos semelhantes. Em ambas as situações valores significativamente inferiores ($p < 0,001$) foram registados para técnica manual comparativamente as demais avaliadas. Uma possível justificação para este resultado fundamenta-se no desenho do instrumento de aço inoxidável que, por apresentarem uma conicidade .02 ao longo de toda a parte ativa, inevitavelmente proporcionam uma preparação com um perfil mais cilíndrico. Outra questão que poder ser aventada seria o facto da preparação apical ter sido limitada a uma lima LK#25, para viabilizar a comparação entre as técnicas.

No que concerne ao desgaste do terço médio-cervical foram descritas diferenças estatisticamente significativas entre PTG e Manual ($p<0,05$); e entre PTG e WOG ($p<0,001$). Outros estudos também relataram um bom desempenho do sistema PTG na manutenção do desenho original do canal.^(36,71) Adicionalmente, estes resultados corroboram com o estudo de Morales *et al.* que afirmaram que os instrumentos do sistema WOG promovem grandes modificações na anatomia dos canais. Um argumento razoável para esta questão baseia-se na amplitude do diâmetro cervical dos instrumentos do sistema WOG, assim como no uso consecutivo de brocas de GG na técnica manual. Nas duas situações descritas pode ser verificado um desgaste cervical acentuado.⁽¹⁷⁾

Uma análise subsequente foi realizada entre todas as variáveis relativamente à sequência de execução das diferentes técnicas. Os resultados encontrados foram semelhantes aos resultados apresentados quando as variáveis foram associadas às técnicas isoladamente. A comparação entre grupos apenas revelou diferenças estatisticamente significativas na instrumentação manual: para desvio apical ($p=0,008$), para quantidade máxima de resina removida ($p<0,001$), para quantidade mínima de resina removida ($p<0,001$) e para desgaste do terço médio – cervical ($p<0,001$). Este facto pode sugerir que a sequência de aprendizagem não exerce influência sobre qualidade dos preparos.

No que diz respeito ao tempo de instrumentação verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no tempo de instrumentação entre as técnicas ($p<0,005$). A instrumentação com a técnica Manual despendeu em média 33 minutos e 15 segundos ($\pm 08:43$), um valor significativamente mais elevado do que o despendido com Protaper Gold ($06:27 \pm 02:11$; $p<0,001$) ou com Wave One Gold ($06:34 \pm 02:21$; $p<0,001$). Estes resultados estão de acordo com outros estudos que afirmam que a preparação realizada de forma mecanizada necessita de um menor tempo de trabalho para ser concluída.^(17,45,46,47) Alguns argumentos suportam esta premissa: a liga de NiTi apresenta uma maior flexibilidade que permite vencer os entraves anatómicos de forma mais fácil; o desenho dos instrumentos proporciona um maior poder de corte e o número de instrumentos utilizados para preparação total é relativamente menor.

A percepção dos alunos, obtida por meio de questionário, apresentou uma clara distinção quando associada as três técnicas em função das variáveis apresentadas. O terço apical foi considerado o terço mais difícil independente da técnica aplicada (69,4% Manual, 63,9% PTG e 63,9% WOG). Relativamente à fase mais fácil, verificou-se uma maior discrepância nas

respostas. Quando os alunos utilizaram limas SS e o sistema WOG a fase considerada mais fácil foi o “*shaping*”, respectivamente 63,9% e 41,5% e quando o sistema utilizado foi PTG as respostas recaíram sobre a fase “*finishing*” 47,2%. Quando questionados acerca da quantidade de limas notou-se uma grande distinção nas respostas entre a técnica Manual e as técnicas mecanizadas. Quase metade dos operadores considerou que a técnica Manual envolvia “muitas” limas (47,2%), contrastando com apenas 2,8% das respostas referentes à utilização de técnicas automatizadas. A maioria dos operadores considerou que o número de limas para as técnicas mecanizadas era suficiente (97,2% PTG e 83,3% WOG) o que não ocorreu quando a preparação foi realizada com limas manuais SS.

As respostas obtidas para o item satisfação com a técnica apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as técnicas mecanizadas e a técnica manual com uma marcada predileção pelos sistemas PTG e WOG ($p < 0,001$). Verificou-se que mais de 90% dos operadores recomendaram a utilização das técnicas mecanizadas (100% PTG e 91,7% WOG), resultados estes que também foram constatados quando a satisfação técnica foi analisada em função do grupo/sequência de aprendizagem, por Técnica de instrumentação.

Estabeleceu-se por fim a mesma tendência descrita anteriormente de maior satisfação geral com a técnica PTG, seguindo-se a WOG e, por último a técnica manual SS, sugerindo uma possível correlação com o menor tempo de preparação e um melhor desenho obtido na forma final da preparação executada por técnicas mecanizadas.

Algumas considerações merecem especial atenção no que se refere às limitações do presente estudo. O número reduzido da amostra inviabiliza a realização de uma análise estatística mais fina com resultados mais fidedignos. O método de avaliação das imagens obtidas, pelo software ImagePro, apesar de possuir várias chaves que controlam a sobreposição das imagens, ainda assim permanece um fator subjetivo relativo a ação do operador. Os questionários foram aplicados em estudantes sem treino prévio e, portanto, com um conhecimento técnico reduzido, o que pode ser um fator de interferência na emissão das respostas.

Perante o exposto sugere-se a realização de estudos subsequentes com maior número de estudantes, técnicas alternativas de avaliação e um questionário elaborado de forma mais específica.

CONCLUSÕES

6. CONCLUSÕES

Dentro das limitações da presente pesquisa podemos concluir que:

- Foi possível quantificar as alterações no desenho original de canais simulados preparados pelas técnicas testadas. O uso do sistema ProTaper resultou numa preparação com menor desvio apical e menor desgaste médio-cervical. Desta forma rejeita-se a hipótese nula relativa a conformação final do canal.
- No que diz respeito ao tempo de instrumentação, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas, sendo ambas as técnicas mecanizadas em média cinco vezes mais rápidas. Assim sendo, rejeita-se a hipótese nula relativa ao tempo despendido para a preparação dos blocos.
- Relativamente a opinião dos estudantes referenciada em questionário, foi expressa uma preferência ao uso dos sistemas automatizados por 90% dos estudantes. Assim rejeita-se a hipótese nula relativa a percepção e preferência dos alunos sobre os sistemas testados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hülsmann M, Peters O, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics* 2005;10:30–76.
2. Peters O. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: Review. *J Endod* 2004;30(8):559-67.
3. Peters OA, Bahia MGA, Pereira ES. Contemporary Root Canal Preparation - Innovations in Biomechanics. *Dent Clin N Am* 2017;61:37–58.
4. Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of Hand Stainless Steel and Nickel Titanium Rotary Instrumentation: Clinical Study. *J Endod* 2004;30(6):432-5.
5. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal, *Dent Clin North Am* 1974;18: 2. In: Peters OA, Peters CI, Basrani B. Cleaning and shaping of the root canal system. In: Hargreaves KM, Berman LH, editors. *Cohen's Pathways of the pulp*. Twelfth ed. Mosby, Inc; 2021 :854-1063.
6. Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YC, Mazzi-Chaves JF, Carvalho KKT, Barbosa AFS, Versiani MA, Jacobs R, Leoni GB. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. *Braz Oral Res.* 2018; 18;32(suppl 1):e66.
7. Peters OA, Peters CI, Basrani B. Cleaning and shaping of the root canal system. In: Hargreaves KM, Berman LH, editors. *Cohen's Pathways of the pulp*. Twelfth ed. Mosby, Inc; 2021 :854-1063.
8. Machado MEL. *Endodontia da Biologia a Técnica*. Primeira ed. Editora Santos, 2007.
9. Kwak SW, Cheung GS, Ha J, Kim SK, Lee H, Kim H. Preference of undergraduate students after first experience on nickel-titanium endodontic instruments. *Restor Dent Endod* 2016;41(3):176-181.
10. Mullaney T. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am.* 1979; 23:575-592.
11. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endod J Endod* 1984;10(10):491-8.
12. Shankar P, Parameswaran A, Lakshminarayanan L. Apical third instrumentation of curved canals with K-type and canal master instruments. *J Endod* 1993;19(5):224-7.
13. Saunders WP, Saunders EM. Effect of noncutting tipped instruments on the quality of root canal preparation using a modified double-flared technique. *J Endod* 1992;18(1):32-6.

14. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the root canal. *J Am Dent Assoc.* 1980;101:792-794.
15. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG Jr. The “balanced force” concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985;11(5):203-211.
16. Gavini G, Santos M, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG, Iglecias EF, Peters OA, Candeiro GTM. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz. Oral Res* 2018;32(suppl):e67.
17. Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt Ford TR. Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. *Eur J Dent Educ* 2006 Feb;10(1):52-9.
18. Deus QD. De Deus – Endodontia. Quinta ed. Editora Medsi. 1992.
19. Backman CA, Oswald RJ, Pitts DL. A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. *J Endod* 1992;18(1):19-24.
20. Kyomen SM, Caputo AA, White SN. Critical analysis of the balanced force technique in endodontics. *J Endod* 1994;20(7):332-7.
21. Schäfer E, Diey C, Hoppe W, Teper J: Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. *J Endod* 2002;28(3):211-6.
22. Charles TJ, Charles JE. The ‘balanced force’ concept for instrumentation of curved canals revisited. *Int Endod J* 1998;31(3):166-72.
23. Briseño Marroquin B, Pistorius A, Willershausen-Zönnchen B. Canal transportation caused by a new instrumentation technique and three standard techniques. *J Endod* 1996;22(8):406-9.
24. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An Initial Investigation of the Bending and Torsional Properties of Nitinol Root Canal Files. *J Endod* 1988;14(7):346-51.
25. Cheung GSP, Liu CSY. A Retrospective Study of Endodontic Treatment Outcome between Nickel-Titanium Rotary and Stainless Steel Hand Filing Techniques. *J Endod* 2009;35(7):938-43.
26. Setzer FC, Kwon T, Karabucak B. Comparison of Apical Transportation between Two Rotary File Systems and Two Hybrid Rotary Instrumentation Sequences. *J Endod* 2010;36(7):1226-29.

27. Gergi R, Rjeily JA, Sader J, Naaman A. Comparison of Canal Transportation and Centering Ability of Twisted Files, Pathfile-ProTaper System, and Stainless Steel Hand K-Files by Using Computed Tomography. *J Endod* 2010;36(5):904-07.
28. Ounsi HF, Nassif W, Grandini S, Salameh Z, Neelakantan P, Anil S. Evolution of Nickel–titanium Alloys in Endodontics. *J Contemp Dent Pract* 2017;18(11):1090-1096.
29. Neto F, Ginjeira A. Comparative analysis of simulated root canals shaping, using ProTaper Universal, Next and Gold. *Rev Port e Stomatol Med Dent Cir Maxilo-fac.* 2016;57(2):82–86.
30. Çelik G, Özdemir Kısacık F, Emir Faruk, Mersinlioğlu, Ertuğrul IF, Orhan H. Comparative study of root canal shaping using protaper universal and protaper next rotary files in preclinical dental education. *PeerJ.* 2019;7:e7419.
31. Gambarini G, Plotino G, Grande NM, Sudani D, De Luca M, Testarelli L. Mechanical properties of nickel-titanium rotary instruments produced with a new manufacturing technique. *Int Endod J.* 2011;44(4):337-41.
32. Shen Y, Qian W, Abtin H, Gao Y, Haapasalo M. Fatigue testing of controlled memory wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2011;37(7):997-1001.
33. Gutmann JL, Gao Y. Alteration in the inherent metallic and surface properties of nickel-titanium root canal instruments to enhance performance, durability and safety: a focused review. *Int Endod J.* 2012 Feb;45(2):113-28.
34. Jia Ye J, Gao Y. Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue *J Endod.* 2012; 38(1):105-7.
35. VDW Brochure. Product information and Technical service. <https://www.vdw-dental.com/en/products/preparation/>
36. Gagliardi J, Versiani MA, Sousa-Neto MD, Iazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in Curved Canals. *J Endod* 2015;41(10):1718-1724.
37. Özyürek T. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne Gold Nickel-Titanium Instruments. *J Endod* 2016;42(10):1536-1539.
38. Arias A, Vasconcelos RA, Hernandez A, Peters OA. Torsional Performance of ProTaper Gold Rotary Instruments during Shaping of Small Root Canals after 2 Different Glide Path Preparations. *J Endod* 2017;43(3):447-451.

39. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41:339–344.
40. Grande NM, Ahmed HMA, Cohen S, Bukiet F, Plotino G. Current Assessment of Reciprocation in Endodontic Preparation: A Comprehensive Review—Part I: Historic Perspectives and Current Applications. *J Endod* 2015;41(11):1778-1783.
41. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J*. 2001;34:476–484.
42. de Moor R, Hülsmann M, Kirkevang LL, Tanalp J, Whitworth J. Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. *Int Endod J* 2013;46(12):1105-1114.
43. Unal GC, Maden M, Orhan EO, Saritekin E, Teke A. Root canal shaping using rotary nickel-titanium files in preclinical dental education in Turkey. *J Dent Edu* 2012;76(4):509-13.
44. Martins RC, Seijo MOS, Ferreira EF, Paiva SM, Sobrinho APR. Dental students' perceptions about the endodontic treatments performed using NiTi rotary instruments and hand stainless steel files. *Braz Dent J* 2012;23(6):729-36.
45. Jungnickel L, Krusea C, Vaeth M, Kirkevang L. Quality aspects of ex vivo root canal treatments done by undergraduate dental students using four different endodontic treatment systems. *Acta Odontol Scand*. 2018;76(3):169-174.
46. Alemam AAH, Dummer PMH, Farnell DJJ. A Comparative Study of ProTaper Universal and ProTaper Next Used by Undergraduate Students to Prepare Root Canals. *J Endod* 2017;43(8):1364-1369.
47. Conceição I, Ferreira I, Braga AC, Pina-Vaz I. Simulated root canals preparation time, comparing ProTaper Next and WaveOne Gold systems, performed by an undergraduate student. *J Clin Exp Dent*. 2020;1;12(8):e730-e735.
48. Limoeiro AGS, Santos AHB, De Martin AS, Kato AS, Fontana CE, Gavini G, Freire LG, Bueno CES. Micro-Computed Tomographic Evaluation of 2 Nickel-Titanium Instrument Systems in Shaping root Canals. *J Endod*. 2016; 42(3):496-9.
49. Paqué F, Ganahl D, Peters AO. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod*. 2009 ;35(7):1056-9.
50. Saleh AM, Gilani PV, Tavanafar S, Schäfer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod*. 2015; 41(4):548-52.

51. Plotino G, Cortese T, Grande NM, Leonardi DP, Giorgio GD, Testarelli L, Gambarini G. New Technologies to Improve Root Canal Disinfection. *Braz Dent J.* 2016; 27(1):3-8.
52. Gazzaneo I, Vieira GCS, Pérez AR, Alves FRF, Gonçalves LS, Mdala I, Siqueira Jr JF, Rôças IN. Root Canal Disinfection by Single- and Multiple-instrument Systems: Effects of Sodium Hypochlorite Volume, Concentration, and Retention Time. *J Endod.* 2019; 45(6):736-741.
53. Pérez AR, Ricucci D, Vieira GCS, Provenzano JC, Alves FRF, Marceliano-Alves MF, Rôças IN, Siqueira Jr JF. Cleaning, Shaping, and Disinfecting Abilities of 2 Instrument Systems as Evaluated by a Correlative Micro-computed Tomographic and Histobacteriologic Approach. *J Endod.* 2020; 46(6):846-857.
54. Rodrigues RCV, Homan Zandi H, Kristoffersen AK, Enersen M, Mdala I, Ørstavik D, Rôças IN, Siqueira Jr JF. Influence of the Apical Preparation Size and the Irrigant Type on Bacterial Reduction in Root Canal-treated Teeth with Apical Periodontitis. *J Endod.* 2017; 43(7):1058-1063.
55. Decurcio DA, Lim E, Chaves GS, Nagendrababu V, Estrela C, Rossi-Fedele G. Pre-clinical endodontic education outcomes between artificial versus extracted natural teeth: a systematic review. *Int Endod J.* 2019; 52, 1153–1161.
56. European Society of Endodontology - Undergraduate Curriculum Guidelines for Endodontology. *Int Endod J.* 2013; 46, 1105–14.
57. Georgelin-Gurgel M, Devillard R, Lauret ME, Diemer F, Calas P, Hennequin M. Root canal shaping using rotary nickel-titanium files in preclinical teaching. *Odont Stomatol Trop.* 2008; 31:5–11.
58. Alrahabi M, Zafar MS. 2018. Assessment of apical transportation caused by nickel titanium rotary systems with full rotation and reciprocating movements using extracted teeth and resin blocks with simulated root canals: a comparative study. *Niger J Clin Pract.* 2018; 21(6):772-777.
59. Seijo MOS, Ferreira EF, Sobrinho APR, Paiva SM, Martins RC. Learning Experience in Endodontics: Brazilian Students' Perceptions. *J Dent Educ.* 2013; 77(5): 648-655.
60. Tavares LG, Lima SMF, Lima MG, Arruda MP, Menegazzi, TC, Rezende TMB. Undergraduate dentistry students' perception of difficulties regarding endodontic treatment. *Aust Endod J* 2019; 45: 98–105.

61. Hänni S, Schönenberger S, Peters OA, Barbakow F. Teaching an engine-driven preparations technique to undergraduates: initial observations. *Int Endod J* 2003;36(7):476-82
62. Parashos P, Messer HH. The diffusion of innovation in dentistry: a review using rotary nickel-titanium technology as an example. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod* 2006;101(3):395-401.
63. Hamid HR, Gluskin AH, Peters OA, Peters CI. Rotary Versus Reciprocation Root Canal Preparation: Initial Clinical Quality Assessment in a Novice Clinician Cohort. *J Endod.* 2018 ;44(8):1257-1262
64. Nagendrababu V, Pulikkotil SJ, Sultan OS, Jayaraman J, Soh JA, Dummer PMH. Effectiveness of technology-enhanced learning in Endodontic education: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2019; 52, 181–192.
65. Ribeiro DM, Reus JC, Felipe WT, Pacheco-Pereira C, Dutra KL, Santos JN, Porporatti AL, De Luca Canto G. Technical quality of root canal treatment performed by undergraduate students using hand instrumentation: a meta-analysis. *Int Endod J.* 2018; 51, 269–283.
66. Martín B, Zelada G, Varela P, Bahillo JG, Magán F, Ahn S, Rodríguez C. Factors influencing the fracture of nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2003; 36(4):262-6.
67. Troiano G, Dioguardi M, Cocco A, Giannatempo G, Laino L. Ciavarella D, Berutti E, Lo Muzio L. Influence of Operator's Experience on the Shaping Ability of Protaper Universal and Waveone Systems: A Comparative Study on Simulated Root Canals. *The Open Dent J.* 2016; 10, 546-552.
68. Yalniz CTH, Koohnavard M, Oncu A, Celikten B, Orhan AI, Orhan K. Comparative evaluation of dentin volume removal and centralization of the root canal after shaping with the ProTaper Universal, ProTaper Gold, and One-Curve instruments using micro-CT. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2021; 15(1), 47-52.
69. Çırakoglu NY, Özbay Y. Apically extruded debris associated with ProTaper Next, ProTaper Gold and TruNatomy systems: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2021; 15(1), 30-34.
70. Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod.* 2017; 43(5):805-809.

71. Van der Vyver PJ, Paleker F, Vorster M, Wet FA. Root Canal Shaping Using Nickel Titanium, M-Wire, and Gold Wire: A Micro-computed Tomographic Comparative Study of One Shape, ProTaper Next, and WaveOne Gold Instruments in Maxillary First Molars. *J Endod.* 2019; 45(1):62-67.
72. Haug SR, Linde BR, Christensen HQ, Vilhjalmsson VH, Bårdsen A. An investigation into security, self-confidence and gender differences related to undergraduate education in Endodontics. *Int Endod J.* 2021;54,802–811.
73. Nagendrababu V, Pulikkotil SJ, Sultan OS, Jayaraman J, Soh JA, Dummer PMH. Effectiveness of technology-enhanced learning in Endodontic education: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2019; 52, 181–192.
74. BAAIJ A, ÖZOK AR. Influence of Method of Teaching Endodontics on the Self-Efficacy and Self-Perceived Competence of Undergraduate Dental Students. *Eur Endod J* 2018; 3: 31-7.
75. Ferreira F, Adeodato C, Barbosa I, Aboud L, Scelza P, Zaccaro Scelza M. Movement kinematics and cyclic fatigue of NiTi rotary instruments: a systematic review. *Int Endod J.* 2017; 50(2):143-152.

8. ANEXOS

Anexo 1 –Estatísticas descritivas e comparações das variáveis recolhidas por meio de questionário, por técnica de instrumentação (V de Cramer; e comparações múltiplas (CM) através do coeficiente de concordância kappa de Cohen, κ). M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, n: frequência absoluta; %: frequência relativa; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

| | | Técnica | | | V | κ de Cohen | | |
|--------------------|---------------------|------------|------------|------------|-----------------|-------------------|----------|-----------|
| | | M | PG | WOG | | M vs PG | M vs WOG | PG vs WOG |
| | | n (%) | n (%) | n (%) | | | | |
| Terço mais difícil | Nenhum | 0 (0%) | 12 (33,3%) | 11 (30,6%) | 0,341*** | 0,039 | 0,129 | 0,261 |
| | Cervical | 2 (5,6%) | 0 (0%) | 0 (0%) | | | | |
| | Médio | 9 (25%) | 1 (2,8%) | 2 (5,6%) | | | | |
| | Apical | 25 (69,4%) | 23 (63,9%) | 23 (63,9%) | | | | |
| Fase mais fácil | Nenhuma | 0 (0%) | 1 (2,8%) | 2 (5,6%) | 0,282** | 0,123 | - | - |
| | Shaping | 23 (63,9%) | 7 (19,4%) | 15 (41,7%) | | | | |
| | Finishing | 8 (22,2%) | 17 (47,2%) | 9 (25%) | | | | |
| | Shaping e Finishing | 5 (13,9%) | 11 (30,6%) | 10 (27,8%) | | | | |
| Número de limas | Insuficientes | 1 (2,8%) | 0 (0%) | 5 (13,9%) | 0,427*** | 0,057 | 0,019 | 0,118 |
| | Suficientes | 18 (50%) | 35 (97,2%) | 30 (83,3%) | | | | |
| | Muitas | 17 (47,2%) | 1 (2,8%) | 1 (2,8%) | | | | |
| Satisfação técnica | 1 | 3 (8,3%) | 0 (0%) | 1 (2,8%) | 0,540*** | 0,025 | - | 0,118 |
| | 2 | 13 (36,1%) | 0 (0%) | 2 (5,6%) | | | | |
| | 3 | 11 (30,6%) | 0 (0%) | 3 (8,3%) | | | | |
| | 4 | 8 (22,2%) | 6 (16,7%) | 9 (25%) | | | | |
| | 5 | 1 (2,8%) | 30 (83,3%) | 21 (58,3%) | | | | |

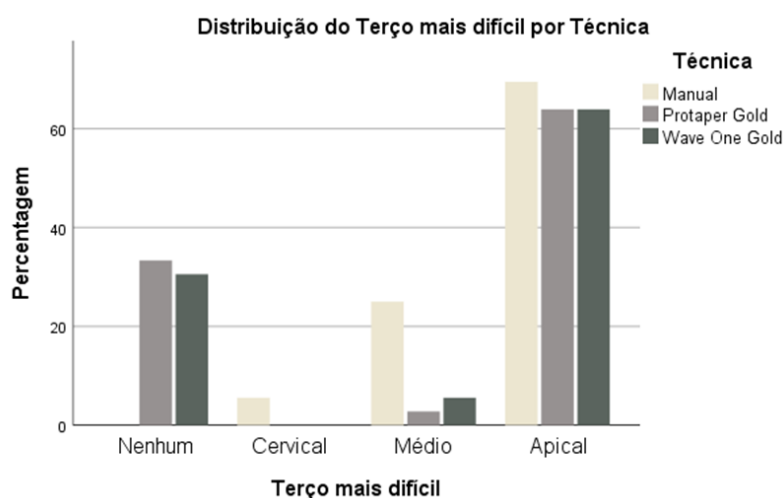
Anexo 2 - Estatísticas descritivas e comparações da satisfação técnica quando avaliada como variável contínua (Teste de Friedman e comparações múltiplas, CM, com recurso ao teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

| | Técnica | | | | | | | |
|--------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|--------|-----------------------|
| | Manual | | Protaper Gold | | Wave One Gold | | | |
| | \bar{x} (s) | [min, max] | \bar{x} (s) | [min, max] | \bar{x} (s) | [min, max] | p | CM |
| Satisfação técnica | 2,7 (1,0) | [1, 5] | 4,8 (0,4) | [4, 5] | 4,3 (1,0) | [1, 5] | <0,001 | M-PG *** M-WOG *** |

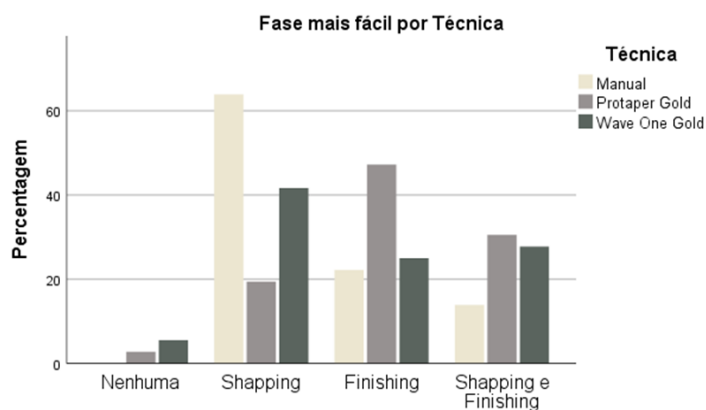
Anexo 3 - Estatísticas descritivas e comparações da recomendação da técnica, por técnica de instrumentação (Teste Q de Cochran; e comparações múltiplas, CM, através do teste de McNemar com correção de Bonferroni). Na coluna CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, n: frequência absoluta; %: frequência relativa. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

| | | Técnica | | | p | CM |
|-------------------------|-----|------------|---------------|---------------|--------|----------------------|
| | | Manual | Protaper Gold | Wave One Gold | | |
| | | n (%) | n (%) | n (%) | | |
| Recomendação da técnica | Não | 14 (38,9%) | 0 (0%) | 3 (8,3%) | <0,001 | M-PG ** M-WOG *** |
| | Sim | 22 (61,1%) | 36 (100%) | 33 (91,7%) | | |

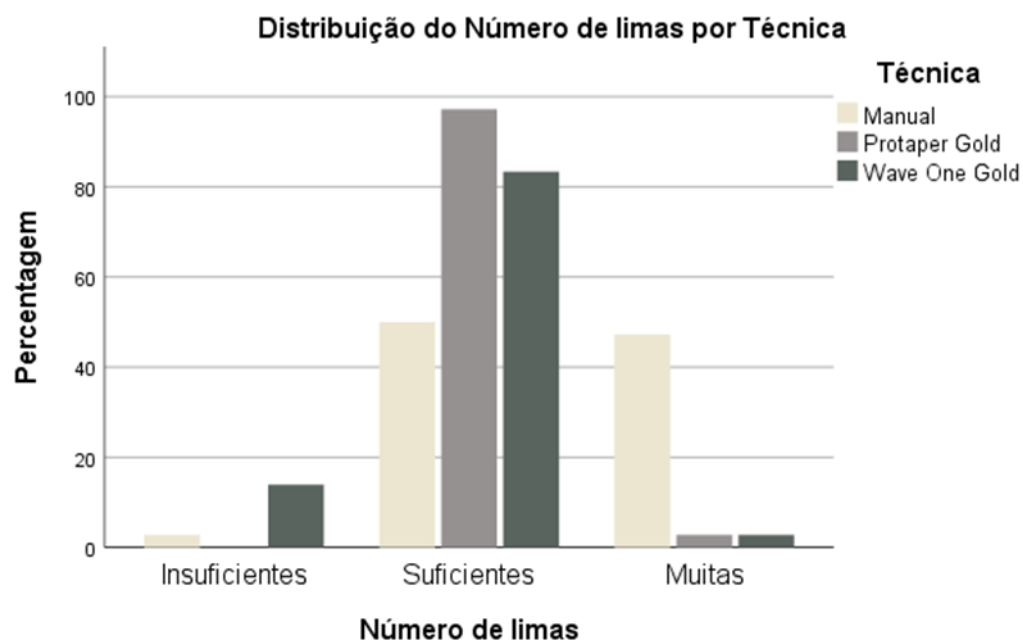
Anexo 4 - Gráfico da distribuição do Terço mais difícil por Técnica de instrumentação



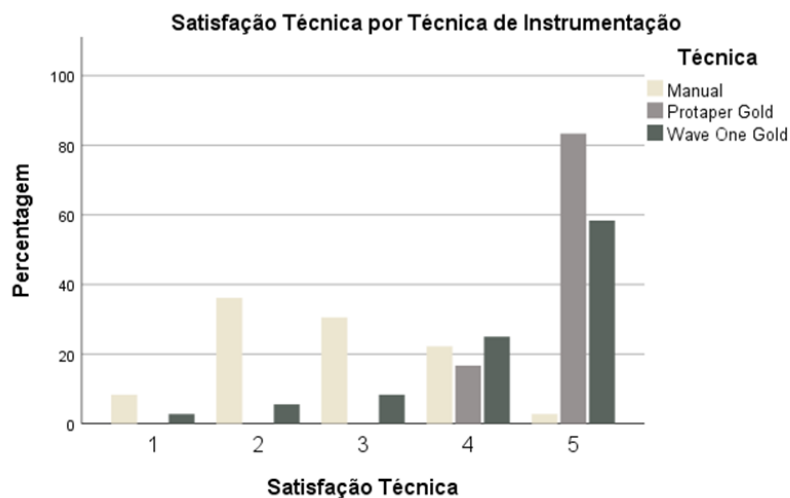
Anexo 5 - Gráfico da distribuição da Fase mais fácil por Técnica de instrumentação.



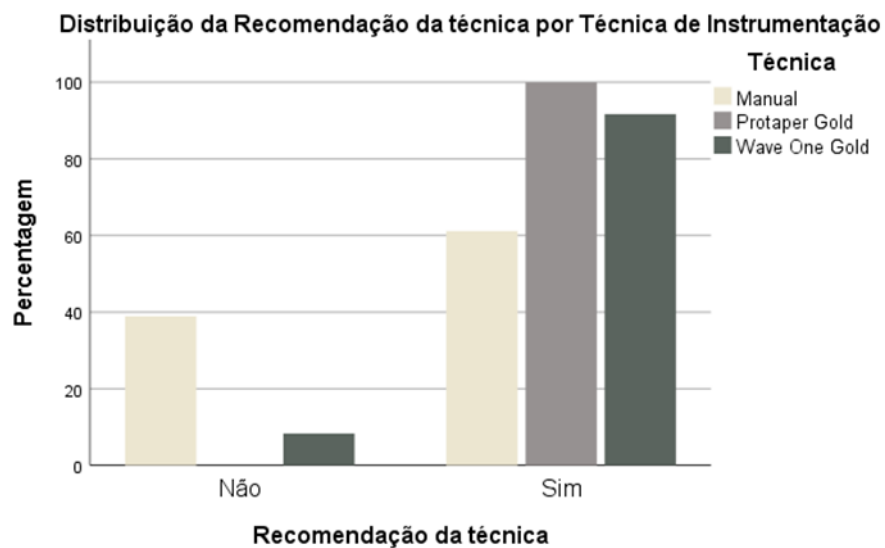
Anexo 6 - Gráfico da distribuição da apreciação do Número de Limas por Técnica de instrumentação.



Anexo 7 – Gráfico da distribuição do nível de Satisfação Técnica por cada Técnica de Instrumentação.



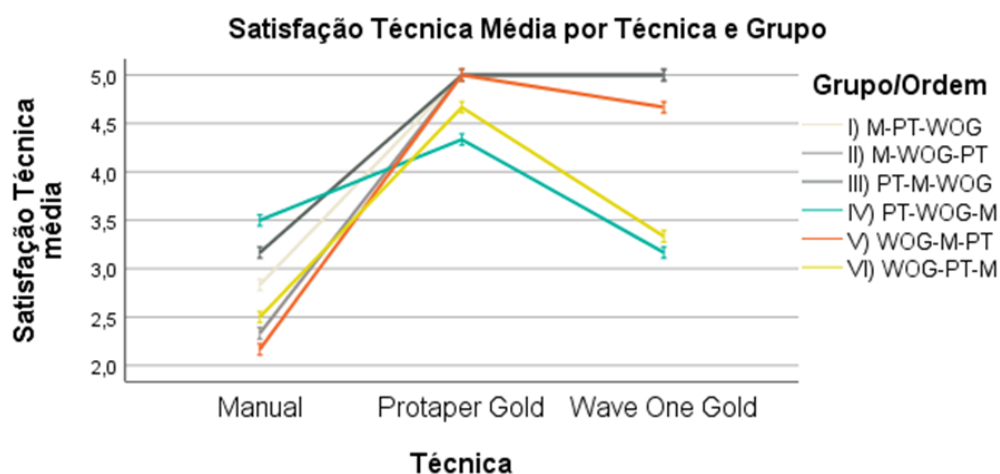
Anexo 8 - Gráfico da distribuição da Recomendação (S/N) de cada Técnica de Instrumentação



Anexo 9 - Estatísticas descritivas e comparações da Satisfação Técnica por Técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação (ATeste Kruskal-Wallis e comparações múltiplas, CM, com teste de Mann-Whitney U e correção de Bonferroni; na linha de CM apenas são indicados os pares com diferenças significativas. BTeste de Friedman e CM com teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna/linha CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Grupo I: M-PT-WOG; Grupo II: M-WOG-PT; Grupo III: PT-M-WOG; Grupo IV: PT-WOG-M; Grupo V: WOG-M-PT; Grupo VI: WOG-PT-M.

| | | Satisfação Técnica | | | | | | p ^B | CM |
|-----------------|-----|--------------------|------------|---|------------|--|------------|----------------|-------------------|
| | | Manual | | Protaper Gold | | Wave One Gold | | | |
| | | \bar{x} (s) | [min, max] | \bar{x} (s) | [min, max] | \bar{x} (s) | [min, max] | | |
| Grupo/ Ordem | I | 2,8 (0,8) | [2, 4] | 5,0 (0,0) | [5, 5] | 4,7 (0,5) | [4, 5] | 0,006 | M-PG * |
| | II | 2,3 (1,2) | [1, 4] | 5,0 (0,0) | [5, 5] | 5,0 (0,0) | [5, 5] | 0,002 | M-PG * M-WOG * |
| | III | 3,2 (1,5) | [1, 5] | 5,0 (0,0) | [5, 5] | 5,0 (0,0) | [5, 5] | 0,007 | (NS) |
| | IV | 3,5 (0,8) | [2, 4] | 4,3 (0,5) | [4, 5] | 3,2 (1,2) | [2, 5] | 0,157 | - |
| | V | 2,2 (0,4) | [2, 3] | 5,0 (0,0) | [5, 5] | 4,7 (0,5) | [4, 5] | 0,004 | M-PG * |
| | VI | 2,5 (0,5) | [2, 3] | 4,7 (0,5) | [4, 5] | 3,3 (1,2) | [1, 4] | 0,006 | M-PG ** |
| p ^A | | 0,149 | | 0,006 | | <0,001 | | | |
| CM | | - | | IV – I * IV – II * IV – III * IV – V * | | VI – II * VI – III * IV – II * IV – III * | | | |

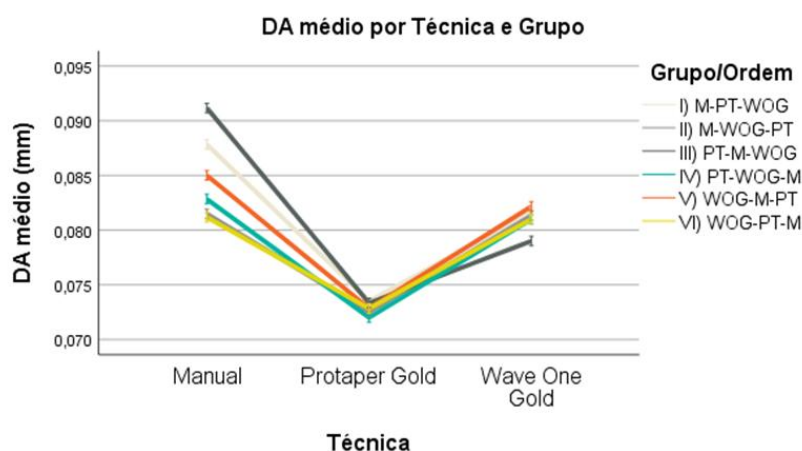
Anexo 10 - Representação gráfica do valor médio de Satisfação Técnica por técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação.



Anexo 11 - Estatísticas descritivas e comparações de DA por Técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação (ATeste Kruskal-Wallis e comparações múltiplas, CM, com teste de Mann-Whitney U e correção de Bonferroni; na linha de CM apenas são indicados os pares com diferenças significativas. BTeste de Friedman e CM com teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna/linha CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001. Grupo I: M-PT-WOG; Grupo II: M-WOG-PT; Grupo III: PT-M-WOG; Grupo IV: PT-WOG-M; Grupo V: WOG-M-PT; Grupo VI: WOG-PT-M.

| | | AR 1mm | | | | | | p ^B | CM |
|---------------------|-----|--------------------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|----------------|------------------------------|
| | | Manual | | Protaper Gold | | Wave One Gold | | | |
| | | \bar{x} (s) | [min; max] | \bar{x} (s) | [min; max] | \bar{x} (s) | [min; max] | | |
| Grupo / Ordem | I | 0,088 (0,007) | [0,079; 0,098] | 0,074 (0,003) | [0,069; 0,078] | 0,082 (0,005) | [0,075; 0,088] | 0,006 | M - PG ** |
| | II | 0,082 (0,003) | [0,078; 0,085] | 0,073 (0,002) | [0,069; 0,075] | 0,081 (0,004) | [0,077; 0,085] | 0,011 | PG - M * PG - WOG * |
| | III | 0,091 (0,004) | [0,086; 0,095] | 0,073 (0,003) | [0,069; 0,078] | 0,079 (0,004) | [0,074; 0,084] | 0,003 | M - PG ** |
| | IV | 0,083 (0,005) | [0,076; 0,089] | 0,072 (0,002) | [0,069; 0,074] | 0,081 (0,003) | [0,077; 0,085] | 0,011 | PG - M * PG - WOG * |
| | V | 0,085 (0,004) | [0,081; 0,092] | 0,073 (0,003) | [0,067; 0,077] | 0,082 (0,004) | [0,079; 0,088] | 0,006 | M - PG ** |
| | VI | 0,081 (0,001) | [0,079; 0,083] | 0,073 (0,002) | [0,070; 0,075] | 0,081 (0,003) | [0,078; 0,085] | 0,011 | PG - M * PG - WOG * |
| p ^A | | 0,008 | | 0,931 | | 0,797 | | | |
| CM | | III – VI * III – II * | | - | | - | | | |

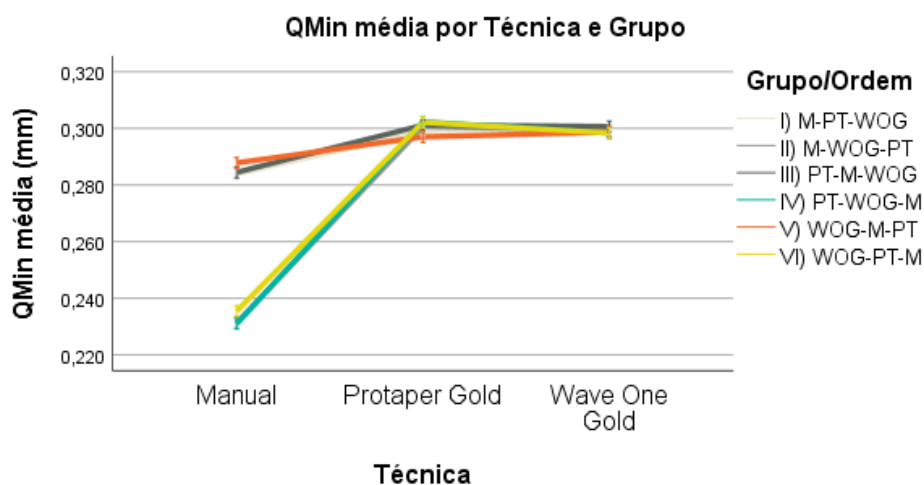
Anexo 12 - Gráfico do valor médio de DA (Desvio Apical) por técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação



Anexo 13 - Estatísticas descritivas e comparações de QMin por Técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação (ATeste Kruskal-Wallis e comparações múltiplas, CM, com teste de Mann-Whitney U e correção de Bonferroni; na linha de CM apenas são indicados os pares com diferenças significativas. BTeste de Friedman e CM com teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna/linha CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Grupo I: M-PT-WOG; Grupo II: M-WOG-PT; Grupo III: PT-M-WOG; Grupo IV: PT-WOG-M; Grupo V: WOG-M-PT; Grupo VI: WOG-PT-M.

| | | Max curv | | | | | | p ^B | CM |
|-----------------|-----|--|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| | | Manual | | Protaper Gold | | Wave One Gold | | | |
| | | \bar{x} (s) | [min; max] | \bar{x} (s) | [min; max] | \bar{x} (s) | [min; max] | | |
| Grupo/ Ordem | I | 0,284 (0,019) | [0,257; 0,303] | 0,299 (0,007) | [0,289; 0,308] | 0,3 (0,004) | [0,293; 0,305] | 0,607 | - |
| | II | 0,231 (0,024) | [0,198; 0,263] | 0,301 (0,003) | [0,297; 0,304] | 0,299 (0,005) | [0,293; 0,305] | 0,009 | M - PG * M - WOG * |
| | III | 0,285 (0,019) | [0,26; 0,305] | 0,301 (0,003) | [0,298; 0,305] | 0,301 (0,003) | [0,297; 0,304] | 0,311 | - |
| | IV | 0,231 (0,024) | [0,196; 0,264] | 0,302 (0,002) | [0,299; 0,305] | 0,298 (0,002) | [0,295; 0,301] | 0,002 | M - PG ** |
| | V | 0,288 (0,012) | [0,276; 0,301] | 0,297 (0,008) | [0,287; 0,305] | 0,299 (0,004) | [0,293; 0,305] | 0,311 | - |
| | VI | 0,236 (0,015) | [0,222; 0,264] | 0,302 (0,002) | [0,299; 0,305] | 0,298 (0,003) | [0,295; 0,302] | 0,002 | M - PG ** |
| p ^A | | <0,001 | | 0,636 | | 0,866 | | | |
| CM | | IV – III * IV – V * II – III * II – V * | | - | | - | | | |

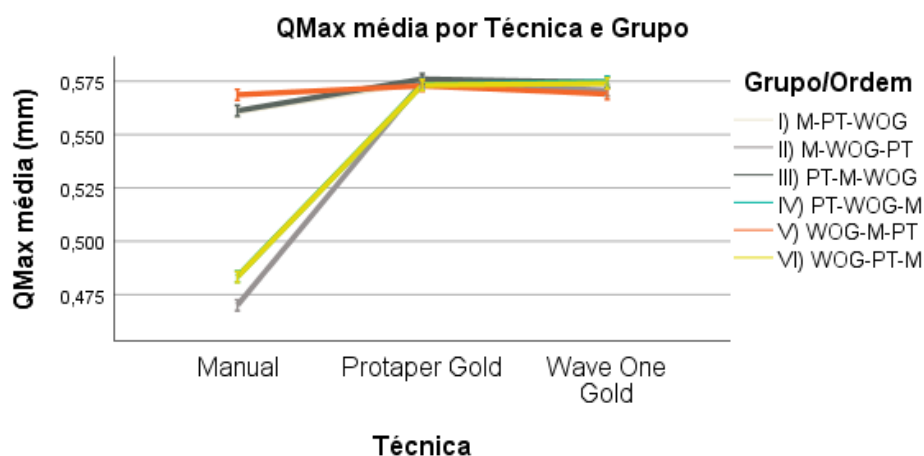
Anexo 14 - Gráfico do valor médio de QMin (quantidade mínima de resina removida) por técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação.



Anexo 15 - Estatísticas descritivas e comparações de QMax por Técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação (ATeste Kruskal-Wallis e comparações múltiplas, CM, com teste de Mann-Whitney U e correção de Bonferroni; na linha de CM apenas são indicados os pares com diferenças significativas. BTeste de Friedman e CM com teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna/linha CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Grupo I: M-PT-WOG; Grupo II: M-WOG-PT; Grupo III: PT-M-WOG; Grupo IV: PT-WOG-M; Grupo V: WOG-M-PT; Grupo VI: WOG-PT-M.

| | | Larg tt canal | | | | | | | |
|-----------------|-----|--|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| | | Manual | | Protaper Gold | | Wave One Gold | | p ^B | CM |
| | | | | | | | | | |
| | | \bar{x} (s) | [min; max] | \bar{x} (s) | [min; max] | \bar{x} (s) | [min; max] | | |
| Grupo/ Ordem | I | 0,561 (0,017) | [0,537; 0,581] | 0,575 (0,004) | [0,570; 0,58] | 0,571 (0,003) | [0,566; 0,574] | 0,065 | - |
| | II | 0,470 (0,038) | [0,401; 0,511] | 0,575 (0,003) | [0,570; 0,579] | 0,571 (0,003) | [0,567; 0,575] | 0,002 | M - PG ** |
| | III | 0,561 (0,018) | [0,535; 0,582] | 0,576 (0,003) | [0,572; 0,581] | 0,575 (0,004) | [0,570; 0,579] | 0,119 | - |
| | IV | | | | | | | 0,009 | M - PG * M - WOG * |
| | V | 0,484 (0,016) | [0,462; 0,500] | 0,573 (0,003) | [0,571; 0,578] | 0,575 (0,003) | [0,570; 0,578] | | |
| | VI | 0,569 (0,006) | [0,563; 0,580] | 0,573 (0,005) | [0,568; 0,580] | 0,569 (0,003) | [0,565; 0,573] | 0,154 | - |
| | | 0,483 (0,014) | [0,469; 0,511] | 0,573 (0,003) | [0,570; 0,578] | 0,574 (0,003) | [0,571; 0,578] | 0,006 | M - WOG ** |
| p ^A | | <0,001 | | 0,607 | | 0,026 | | | |
| CM | | II – I * II – V * II – III * III – VI * III – IV * | | - | | NS | | | |

Anexo 16 – Gráfico do valor médio de QMax (quantidade máxima de resina removida) canal por técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação.



Anexo 17 - Estatísticas descritivas e comparações de DMC por Técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação (ATeste Kruskal-Wallis e comparações múltiplas, CM, com teste de Mann-Whitney U e correção de Bonferroni; na linha de CM apenas são indicados os pares com diferenças significativas. BTeste de Friedman e CM com teste de Wilcoxon e correção de Bonferroni). Na coluna/linha CM apenas as comparações significativas estão indicadas. M: Manual, PG: Protaper Gold, WOG: Wave One Gold, \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Grupo I: M-PT-WOG; Grupo II: M-WOG-PT; Grupo III: PT-M-WOG; Grupo IV: PT-WOG-M; Grupo V: WOG-M-PT; Grupo VI: WOG-PT-M.

| | | Larg min | | | | | | p | CM |
|-----------------|-----|--|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|--------------|------------|
| | | Manual | | Protaper Gold | | Wave One Gold | | | |
| | | \bar{x} (s) | [min; max] | \bar{x} (s) | [min; max] | \bar{x} (s) | [min; max] | | |
| Grupo/ Ordem | I | 0,502 (0,014) | [0,488; 0,522] | 0,493 (0,004) | [0,489; 0,498] | 0,484 (0,004) | [0,481; 0,489] | 0,009 | M - WOG * |
| | II | 0,395 (0,009) | [0,378; 0,403] | 0,493 (0,003) | [0,49; 0,497] | 0,486 (0,003) | [0,482; 0,491] | 0,003 | M - PG ** |
| | III | 0,509 (0,015) | [0,489; 0,523] | 0,492 (0,002) | [0,489; 0,496] | 0,486 (0,002) | [0,483; 0,489] | 0,011 | M - WOG * |
| | IV | 0,391 (0,008) | [0,377; 0,399] | 0,492 (0,002) | [0,489; 0,495] | 0,486 (0,004) | [0,480; 0,491] | 0,002 | M - PG ** |
| | V | 0,505 (0,012) | [0,488; 0,520] | 0,492 (0,002) | [0,490; 0,495] | 0,485 (0,003) | [0,479; 0,489] | 0,006 | M - WOG ** |
| | VI | 0,393 (0,004) | [0,389; 0,400] | 0,490 (0,001) | [0,488; 0,492] | 0,486 (0,002) | [0,483; 0,490] | 0,006 | M - PG ** |
| p | | <0,001 | | 0,392 | | 0,887 | | | |
| CM | | IV – I * IV – V * IV – II ** VI – V * VI – III * | | - | | - | | | |

Anexo 18 – Gráfico do valor médio de DMC por técnica de instrumentação e grupo/ordem de experimentação.

